Niveau(x) d'enseignement: 4 Numéro EDUQ : 0570869
Centre d'intérêt: 874

Rousse, Bernard François.

Modèle théorique & didactique de recherche / B. F. Rousse, M. D. Stolovitch. -- Montréal : Université de Montréal, Programme de perfectionnement des maîtres en enseignement professionnel, 1983 [i.e. 1985].
iv, 77 f. ; 28 cm.

Ss titre: Rapport partiel de recherche de la phase initiale du projet, février-mai 1983, concernant les aspects didactiques & théoriques du modèle. Résumé: f. iv. "Rapport technique VI (82/MPS/02-PPMEP 12)". Bibliogr.: f. 59-63.

Descripteur(s): *Techniques physiques *Concept *Théorie de l'apprentissage *Élaboration de projets *Méthode d'enseignement *Secondaire (Niveau)

Identificateur(s) de sujet: *Apprentissage de concepts

Le document est le premier rapport d'étape pour la période de démarrage du projet, de janvier à mai 1983. Il a été réalisé par le chercheur en charge de coordonner le travail théorique des divers membres de l'équipe de recherche. En plus d'un exposé succinct des activités réalisées, il comporte une présentation détaillée du modèle didactique utilisé pour développer le matériel expérimental visant à faciliter l'apprentissage de concepts abstraits chez des étudiants du secteur professionnel. Il couvre l'ensemble des aspects théoriques et didactiques liés à un tel projet d'amélioration de l'enseignement de concepts.

Le rapport comprend quatre parties: 1. la formation théorique des membres; 2. la coordination technique; 3. l'étude des fondements théoriques; 4. l'élaboration du modèle didactique.

Un certain nombre de conclusions se dégagent du rapport: 1. le modèle théorique développé répond de façon très adéquate aux implications didactiques de l'apprentissage conceptuel et permet une définition rigoureuse des hypothèses expérimentales; 2. le seul problème théorique subsistant est lié aux procédures de représentation symbolique de la connaissance scientifique; 3. la structuration du modèle didactique tutoriel en est à sa phase finale de micro-structuration opérationnelle, en vue de sa programmation en intelligence artificielle; 4. le problème de la communication orale interractive a été étudié, en liaison avec un spécialiste en orthopédagogie, afin de développer des procédures d'intervention pour les enseignants associés au projet.

Type de document: r
Financement: Bénéficiaire - Université de Montréal
Organisme(s) source(s) - MEQ-DGERU
Programme(s) de subvention - PPMEP

EDUQ 8570869

MODELE THEORIQUE
& DIDACTIQUE
DE RECHERCHE

(RAPPORT PARTIEL DE RECHERCHE DE LA PHASE INITIALE DU PROJET - FEVRIER-MAI 1983 - CONCERNANT LES ASPECTS DIDACTIQUES & THEORIQUES DU MODELE)

ROUSSE B.F.
STOLOVITCH H.D.

MAI 1983

Rapport Technique VI

(82/MPS/02-PPMEP 12)

PROGRAMME DE PERFECTIONNEMENT DES MAITRES
EN ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL

UNIVERSITE DE MONTREAL * FACULTE DES SCIENCES DE L'EDUCATION

MODELE.TIT: 20/02/85

EDUQ 8570869

MODELE THEORIQUE
& DIDACTIQUE
DE RECHERCHE

(RAPPORT PARTIEL DE RECHERCHE DE LA PHASE INITIALE DU PROJET - FEVRIER-MAI 1983 - CONCERNANT LES ASPECTS DIDACTIQUES & THEORIQUES DU MODELE)

ROUSSE R.F.
STOLOVITCH H.D.

MAI 1983

Rapport Technique VI

(82/MPS/02-PPMEP 12)

PROGRAMME DE PERFECTIONNEMENT DES MAITRES
EN ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL

UNIVERSITE DE MONTREAL * FACULTE DES SCIENCES DE L'EDUCATION

MODELE.TIT: 20/02/85

NOTE

Ce texte fait partie des documents produits dans le cadre du projet de recherche PPMEP(82/MPS/02), réalisé entre janvier 1983 et mai 1985, ayant pour titre:

"ELABORATION & EXPERIMENTATION D'UN MODELE DIDACTIQUE INFORMATISE POUR L'APPRENTISSAGE DE CONCEPTS TECHNOLOGIQUES ABSTRAITS CHEZ DES ETUDIANTS DU SECTEUR PROFESSIONNEL".

Cette recherche a pu être menée grâce à une subvention du Ministère de l'Education du Québec (PPMEP).

Ce projet a été supervisé et dirigé par:

. Harold STOLOVITCH, *Directeur du projet et Professeur agrégé en Technologie éducationnelle, Université de Montréal.*

. Viateur LEMIRE, *co-irecteur du projet et Responsable du programme PPMEP, Faculté des Sciences de l'éducation, Université de Montréal.*

A:NOTEDIT

Table des matières

Liste des annexes iii

Sommaire iv

Introduction 01

Formation didactique des membres de l'équipe 03

Coordination des activités de recherche 07

- Recherchiste-documentaliste 08
- Ingénieur 09
- Informaticien 09
- Représentant du milieu 10

Etude des fondements théoriques 12

- Concept de "CONCEPT" 13
  . *Concepts associés* 15
  . *Sur-classes & sous-classes de concepts* . . . 15
  . *Concepts de base* 16
  . *Concepts concrets & concepts définis* 16
- Structure typologique de l'apprentissage . . . 17
- Structure hiérarchique de l'apprentissage . . . 20
- Caractéristiques d'apprentissage 22
  . *Discrimination conceptuelle* 23
  . *Généralisation conceptuelle* 24
  . *Apprentissage conceptuel & mémorisation* . . . 24
- Procédures didactiques d'apprentissage 26
  . *Procédures didactiques* 28
  . *Procédures d'évaluation* 29

- Procédures de design conceptuel 31
. *Analyse conceptuelle.* 32
. *Définition d'un concept* 35
. *Elaboration des séries rationnelles* 36
. *Hiérarchies d'apprentissage* 38

Elaboration du modèle didactique 40

- Contraintes de développement. 40
. *Contraintes conjoncturelles* 40
. *Contraintes contextuelles* 42
. *Autres contraintes.* 43

- Hypothèses de choix 44
. *Choix didactique.* 44
. *Choix médiatique.* 46
. *Choix logistique.* 47
. *Choix technologique* 48

- Structuration du modèle proposé 49
. *Elaboration d'un méta-algorithme.* 50
. *Conceptualisation d'un tuteur fictif.* 54
. *Détermination des unités modulaires* 55
. *Problèmes fonctionnels rémanents.* 56

Conclusions concernant le modèle didactique. 58

Références bibliographiques. 59

Annexes. 64

* * * * *

Liste des Annexes

A- Typologie de Tiemann-Markle. 64

B- Hiérarchies cognitives 65

C- Apprentissage conceptuel 66

D- Séries rationnelles. 67

E/1- Procédure formelle d'analyse conceptuelle. .
/2- Elaboration de séries rationnelles 68

F- Exemple de hiérarchie d'apprentissage. 69

G/1- Algorithme tutoriel d'E.A.O. classique . . .
/2- Algorithme didactique de Gagné 70

H/1- Algorithme général avec S.E.R.S. . . . . .
/2- Algorithme conceptuel de Tennyson. 71

I- Lignes directrices de design conceptuel. . . . 72

J- Algorithme de module didactique conceptuel . .
(*ROUSSE*) 73

SOMMAIRE

Ce rapport technique représente le premier rapport d'étape, pour la période de démarrage du projet - de janvier à mai 1983 - et réalisé par le chercheur en charge de coordonner le travail théorique des divers membres de l'équipe de rercherche (ingénieur, informaticien, documentaliste et responsable du milieu).

En plus, d'un exposé succinct des opérations couvertes, il comporte une présentation détaillée du modèle didactique utilisé pour développer le matériel expérimental visant à faciliter l'apprentissage de concepts abstraits chez des étudiants du secteur professionnel.

Il couvre l'ensemble des aspects théoriques et didactiques liés à un tel projet d'amélioration de l'enseignement de concepts.

* * * * *

INTRODUCTION

Dans ce rapport, on présentera, entre autres choses, les fondements didactiques théoriques devant assurer la pertinence de la recherche menée par notre équipe pluri-disciplinaire.

Cela représente un certain défi, à plusieurs titres:

a) la problématique découlant tant des caractéristiques de la CLIENTELE - étudiants de l'actuel secteur "professionnel court" -, de celles de l'ENCADREMENT PEDAGOGIQUE - enseignants ayant une formation académique et pédagogique minimale - et des IMPERATIFS DE FORMATION du domaine - l'équipement motorisé - imposait des contraintes très strictes quant au choix des modèles théoriques applicables (1);

b) la présentation des fondements théoriques doit être succincte - compte tenu de la place impartie -, accesibles à tous les partenaires impliqués dans la recherche - y compris ceux du milieu scolaire concerné - et néanmoins rigoureuse - à cause de l'importance des facteurs touchés et du peu de diffusion dont ils ont bénéficié jusqu'à présent, surtout dans le milieu scolaire.

Par ailleurs, le présent chapître devra rendre compte des diverses autres tâches relevant de la responsabilité de l'auteur dans le projet:

a) la formation théorique et didactique des membres de l'équipe et la sensibilisation des enseignants attachés au projet;

---

(1)- voir le document SURVPROB - "Problematique du Projet P.P.M.E.P.", B.F.ROUSSE, 15/02/83

b) la coordination technique des travaux et recherches des autres membres de l'équipe - Ingénieur, Informaticien, Recherchiste et Représentant du milieu;

c) élaboration du modèle didactique tutoriel expérimental.

L'interconnexion complexe des tâches qui nous étaient imparties empêche la plausibilité d'une présentation chronologique. Nous avons donc choisi une organisation plus synthétique, devant permettre essentiellement au lecteur de faire plus facilement le lien entre les tâches des divers membres de l'équipe de recherche.

Celle-ci se présente ainsi:

a) la formation théorique des membres;

b) la coordination technique;

c) l'étude des fondements théoriques;

d) l'élaboration du modèle didactique.

LA FORMATION DIDACTIQUE DES MEMBRES DE L'EQUIPE

La première des tâches fondamentales qui revenait à l'auteur de ces lignes - en tant qu'unique chercheur à temps plein de l'équipe - était la formation didactique complémentaire, sur le plan théorique, technique et méthodologique, des personnes associées au projet - les quatre membres engagés de l'équipe (*Recherchiste, Ingénieur, Informaticien et Responsable du milieu*) et les quatre enseignants ayant accepté de participer à l'expérimentation projetée.

Aucun des membres de l'équipe de recherche ne possèdait une formation didactique spécifique concernant l'apprentissage conceptuel. De plus, ni l'ingénieur, ni l'informaticien n'avaient de formation antérieure en pédagogie ou en une quelconque autre science de l'éducation. De façon plus spécifique, aucun des collaborateurs associés au projet n'avaient de connaissance préalable des théories de l'apprentissage sur lesquelles se fonde le projet, ni des méthodes et techniques qui leurs sont liées et qui sont pertinentes à l'accomplissement de leurs tahes respectives au sein du projet.

Il s'agissait donc, considérant le peu de temps dont nous disposions pour cette première phase du projet (*4 mois*), de tenter de mener de front cette formation avec les recherches théoriques et bibliographiques qui s'imposaient pour garantir les fondements scientifiques du projet. Il n'était pas pensable de pouvoir assurer à chacun et chacune une formation exhaustive sur les théories d'apprentissage, les typologies, l'analyse hiérarchique des tâches d'apprentissage, l'apprentissage conceptuel ou l'analyse conceptuelle, mais plutôt de fournir à chacun et chacune, en fonction de ses besoins particuliers - liés aux tâches spécifiques à accomplir et aux connaissances préalables - l'information, les connaissances et les habiletés qui leurs étaient essentielles dans le cadre du projet.

Les procédures choisies pour cela furent les suivantes:

a) rencontres hebdomadaires, en groupe et individuelles, faisant l'objet d'exposés, de discussions et d'explications sur les points théoriques, techniques et méthodologiques les plus importants liés au projet;

b) sélection des documents à lire ou à étudier, en fonction de leur pertinence au travail de chacun, au fur et à mesure de leur disponibilité et de leur dépouillement;

c) traduction de plusieurs documents fondamentaux (2), afin d'en permettre un accès facile à tous les membres de l'équipe (3);

d) réalisation de synthèses et de documents sur les sujets principaux liés à l'aspect théorique et didactique du projet (4);

e) rencontres de sensibilisation individuelles et de groupe avec les enseignants assignés au projet, en vue de les aider à prendre conscience des implications didactiques de l'apprentissage conceptuel.

Nous ne pensons pas que la formation assumée jusqu'à maintenant puisse-t-être considérée comme complète et pleinement satisfaisante. Un gros effort reste à faire dans certains domaines spécifiques, et de façon toute particulière dans celui de l'analyse conceptuelle et de l'analyse des hiérarchies d'apprentissage: ces deux points, tout en demeurant les moins développés dans la littérature théorique et de recherche - et sans doute à cause de cela -, sont très importants (*5*).

---

(2)- voir liste des traductions en annexe;
(3)- plusieurs membres de l'équipe auraient de la difficulté à lire avec le profit souhaité les documents originaux en américain et l'un d'eux ne connaît pas du tout l'anglais;
(4)- voir liste des travaux en annexe;
(5)- cf. Etude des fondements théoriques;

Toutefois, la maîtrise déjà acquise par la plupart des membres de l'équipe sur la plupart des points de formation - ainsi qu'ils ont pu le démontrer lors des rencontres avec les enseignants du milieu et des deux présentations faites aux représentants du M.E.Q. - constitue un résultat encourageant, qui témoigne, de plus, de la rapidité d'acquisition rendue possible par un travail incessant, un esprit d'équipe fort et une motivation vigoureuse.

* * * * *

LA COORDINATION TECHNIQUE DES ACTIVITES DE RECHERCHE

La seconde, et non la moindre, des activités dont nous avions à assumer la responsabilité, sous la supervision du responsable universitaire du projet - et avec son soutien et son encouragement constant - est identifiée comme celle de coordination technique.

Les tâches spécifiques liées à cette fonction de coordination peuvent se regrouper de la façon suivante:

a) réajustement et vérification périodique détaillée de l'échéancier général de l'équipe et des cheminements critiques de chaque membre de l'équipe;

b) rencontres individuelles ou en sous-groupes des membres de l'équipe, afin d'assurer l'échange d'informations pertinentes entre les divers domaines d'activités conjointes;

c) entretiens fréquents avec le responsable du projet, afin d'établir les stratégies de fonctionnement, de définir les méthodologies de recherche et de régler les questions administratives touchant l'équipe.

Les points "*a*" et "*c*" recouvrent en quelque sorte les attributs classiques d'un "*contremaître*" ou d'un "*chef de travaux*": en conséquence, nous ne les détaillerons pas. Par contre, le point "*b*" mérite une attention particulière, vue

son importance, en termes de soutien, dans une équipe de recherche pluri-disciplinaire comme la nôtre.

L'action à mener sur ce point est, en effet, spécifique à chaque membre de l'équipe, en considération de sa tâche particulière de recherche et de sa spécialité.

RECHERCHISTE-DOCUMENTALISTE:

Les tâches principales à coordonner avec la recherchiste-documentaliste étaient les suivantes:

a) la détermination des critères de recherche documentaire - bibliothèques, banques informatisées et domaines spécifiques pertinents;

b) l'élaboration des procédures de stockage - fichiers de cartes, micro-ordinateur, photocopies, acquisitions - et de classification de l'information - sujets, domaines d'utilité, etc..;

c) la sélection des documents de base et leur attribution en fonction des domaines pertinents à la tâche de chacun.

INGENIEUR:

C'est avec l'ingénieur que les problèmes de coordination se sont avérés les plus complexes, du fait de la nécessité préalable d'analyse des besoins du milieu - par le biais d'une enquête - et d'analyse des programmes, avant de passer à l'étape fondamentale de l'analyse des concepts de base sélectionnés pour l'expérimentation.

Cette première étape d'analyse a abouti de façon satisfaisante, mais un travail considérable de soutien et de coordination technique reste encore à faire, en ce qui concerne cette étape difficile et fondamentale de l'analyse conceptuelle et de l'élaboration des hiérarchies conceptuelles. Notre préoccupation majeure, sur ce plan, est liée à la nécessité de vérifier et d'assurer l'adéquacité des analyses brutes à faire, ainsi que leur harmonisation avec la dimension didactique.

INFORMATICIEN:

Le développement du système informatisé - devant permettre à la fois la mise en oeuvre du modèle didactique proposé et son expérimentation - a nécessité une collaboration constante et de nombreuses discussions techniques et théoriques, afin d'établir les liens méthodologiques utiles

entre les disciplines informatiques et didactiques.

Cette première étape aura permis de clarifier et d'harmoniser l'ensemble des points théoriques et techniques qui se posaient - les résultats sur ce plan sont considérables et nous ont amenés à dépasser largement les objectifs initiaux liés au domaine.

Nous devons, toutefois, demeurer conscients du fait qu'un travail considérable reste à accomplir sur le plan de l'opérationnalisation des principes dégagés et retenus - ce travail est en cours et occupera une part importante de notre énergie, dans les mois à venir.

REPRESENTANT DU MILIEU:

En ce qui concerne le responsable représentant le milieu scolaire, notre effort de coordination a du^ se situer sur les points suivants:

a) la collaboration dans l'élaboration des questionnaires d'enquête destinés aux enseignants et aux étudiants concernés par le projet;

b) la coordination tri-partite avec l'ingénieur;

c) l'organisation des rencontres et des échanges entre l'équipe de recherche et les enseignants et les étudiants.

De façon générale, les résultats rencontrés sont très satisfaisants. Les échanges avec les enseignants participants furent spécialement fructueux, surtout en ce qui concerne la compréhension des points d'ordre théorique qui leur ont été présentés - d'autant plus que notre hypothèse de départ était notablement moins optimiste.

* * * * *

L'ETUDE DES FONDEMENTS THEORIQUES

La pertinence globale du projet repose prioritairement sur la validité et la rigueur des fondements théoriques de l'apprentissage de concepts abstraits, dont l'acquisition serait supposée nécessaire et "*pré-requise*" à l'atteinte des objectifs de formation définis en "***Equipement motorisé***".

Ceci suppose une réponse préalable à un certain nombre de questions fondamentales:

a) qu'entend-on réellement par "concept abstrait"?;

b) existe-t-il différents types caractérisés d'apprentissage et comment pouvons-nous situer les concepts par rapport à eux?;

c) y a-t-il des évidences d'une structure hiérarchique des apprentissages justifiant d'en classifier certains comme prérequis - ou co-requis - à d'autres?;

Ces réponses préalables étant connues, d'autres points théoriques restent à préciser, recouvrant l'aspect méthodologique de l'apprentissage conceptuel:

a) quelles sont les caractéistiques de l'apprentissage de concepts?;

b) quelles sont les procédures didactiques permettant d'assurer l'acquisition de concepts?;

c) sur quelles bases peut-on établir les liens entre les apprentissages de concepts et d'autres apprentissages associés?;

d) enfin, quels sont les problèmes qui demeurent, face à ce type d'apprentissage?

LE CONCEPT DE "*CONCEPT*".

Une grande confusion demeure, dans le monde de l'éducation, sur la notion de "*concept*", bien que les théories de l'apprentissage aient apporté des clarifications considérables sur ce point, surtout dans les vingt dernières années et notamment dans la lignée d'AUSUBEL (1965) et des théories cognitives.

Un assez grand nombre d'auteurs (*10*) ont contribué à la clarification de cette notion, dont l'importance est justifiée par l'agréement très largement partagé des éducateurs au sujet de la place prédominante des apprentissages de concepts dans l'acquisition des connaissances humaines.

---

(10)- notamment GAGNE (1977, etc..), THIAGARAJAN (1973,1975), TIEMANN & MARKLE(1971, etc..) et d'autres;

Les caractéristiques qui ressortent de ces diverses contributions sont les suivantes (*11*):

a) le terme "concept" désigne une CLASSE d'objets ou d'entités;

b) les instances de cette classe - ou ensemble - sont caractérisés par un certain nombre de propriétés communes à tous les membres de la classe - les ATTRIBUTS CRITIQUES;

c) ces instances possèdent également certaines propriétés, variant suivant des DIMENSIONS définies d'un membre à l'autre de la classe - les ATTRIBUTS VARIABLES.

Sur un plan didactique, le terme de "*concept*" ne peut donc s'appliquer qu'à une telle "*classe*", présentant un nombre suffisant d'instances différenciées (*12*) - c'est-à-dire ayant un certain éventail de dimensions des attributs variables.

Les entités spécifiques uniques (*12*) sont désignées comme DISCRIMINATIONS (*Gagné, 1977*).

---

(11)- voir documents de travail pour plus de détails (ROUSSE, 1983);

(12)- alors que, théoriquement, une classe ou un ensemble pourrait n'avoir qu'un seul membre, ou uniquement des membres identiques (absence d'attributs variables), voire même représenter un "ensemble vide";

CONCEPTS ASSOCIES.

Les concepts qui doivent être acquis dans un domaine donné sont rarement isolés ou uniques. De nombreux concepts "*voisins*" - ayant en commun un certain nombre de leurs attributs critiques, mais non tous - entraînent de fréquentes confusions chez les apprenants - i.e. "*masse*" et "*poids*", "*direction*" et "*sens*". On désigne de tels concepts sous le terme de "*concepts associés*", afin de souligner le fait qu'ils devraient être appris de façon conjointe pour assurer leur distinction correcte.

SUR-CLASSES ET SOUS-CLASSES DE CONCEPTS.

Il arrive le plus souvent que les concepts soient eux-mêmes formés à partir de concepts composants. On appelle SOUS-CLASSES du concept ces concepts composants.

De façon identique, on désigne comme SUR-CLASSES du concept les concepts de complexité supérieure dont il représente une instance - i.e. le concept "*mammifère*" est une sur-classe du concept "*bovin*" ou "*chien*".

CONCEPTS DE BASE.

Sur le plan didactique, il est important de pouvoir identifier les concepts dont aucune des instances ne peut être considérée elle-même comme sous-classe de concept (*13*). On nomme "*concepts de base*" de tels concepts.

CONCEPTS CONCRETS ET CONCEPTS DEFINIS.

Gagné (1977) fait la distinction suivante entre ce qu'il appelle les "*concepts concrets*" et les "*concepts définis*":

a) un concept "concret" en est un qui peut être acquis par "simple observation" - de ce fait, il s'agit très généralement de concepts représentant des classes d'objets;

b) un concept "défini", par contre, en est un qui doit être acquis "par définition" - il s'agit très généralement de concepts dits abstraits ou impliquant des relations.

Il ressort de ceci que les concepts dits "*abstraits*" - ceux dont l'apprentissage pose le plus souvent problème - devraient être considérés comme des "*concepts définis*".

(13)- cf. plus loin la raison de ceci (structure hiérarchique);

Cependant, il convient de souligner qu'en réalité la distinction entre "*concepts concrets*" et "*concepts définis*" n'a de sens que sur le plan didactique. En effet, tout concept, quel qu'il soit, est "*défini*" - dans le sens où il peut être représenté par une "*définition*". Le fait que certains concepts puissent être acquis, de façon relativement adéquate, par simple observation des instances de celui-ci, n'implique nullement qu'ils ne puissent également acquis sous forme définie - généralement à un niveau supérieur d'apprentissage.

LA STRUCTURE TYPOLOGIQUE DE L'APPRENTISSAGE.

Depuis les travaux de Mager (*MAGER, 1965*) et d'autres, l'idée de la distinction entre divers TYPES d'apprentissage est devenue relativement connue et acceptée dans le monde de l'éducation.

Cette première classification comportait les trois domaines suivants:

a) le domaine AFFECTIF;

b) le domaine PSYCHOMOTEUR;

c) le domaine COGNITIF.

De plus, des "*taxonomies*" furent développées, par Mager en ce qui concerne le domaine cognitif et par Krathwohll et al. en ce qui concerne les domaines affectifs et psychomoteurs. Ces taxonomies ont démontré une certaine utilité pour l'élaboration des objectifs pédagogiques d'apprentissage. Toutefois, leurs structures logiques se fondaient bien plus sur des postulats intuitifs que sur des bases théoriques rigoureuses (*14*).

Gagnè (*GAGNE, 1977*) offre une typologie comportant cinq domaines, plus rigoureuse sur le plan cognitif - couvrant ses domaines des HABILETES INTELLECTUELLES et des STRATEGIES COGNITIVES (*15*). Les habiletés intellectuelles sont elles-mêmes, selon Gagné, divisées en cinq types spécifiques:

a) les DISCRIMINATIONS;

b) les CONCEPTS CONCRETS;

c) les CONCEPTS DEFINIS;

d) les REGLES (et principes);

e) les SOLUTIONS DE PROBLEME.

---

(14)- cf. plus loin, la structure hiérarchique de l'apprentissage;
(15)- pour de plus amples détails, voir documents de travail sur les typologies d'apprentissage (ROUSSE, 83);

D'autres types d'apprentissage cognitifs sont pris en compte également par Gagné, bien que non-inclus explicitement dans sa typologie - il les nomme APPRENTISSAGES DE BASE et ils correspondent à une partie de ce que les théories béhavioristes de l'apprentissage couvraient presqu'exclusivement (*associations, pairage S-R, conditionnement*) *(16)*.

Enfin, la typologie proposée par Tiemann & Markle (*TIEMANN & MARKLE, 1977*), présentée comme un raffinement de Mager, considère quatre domaines d'appentissage (*17*):

a) le domaine EMOTIF;

b) le domaine PSYCHOMOTEUR;

c) le domaine COGNITIF SIMPLE;

d) le domaine COGNITIF COMPLEXE.

Cette dernière typologie présente une convergence théorique positive avec celle de Gagné, en s'appuyant comme elle sur les données récentes de la recherche en psychologie de l'apprentissage. de plus, sa présentation en continuité de celle de Mager la rend plus facilement accessible aux praticiens de l'éducation.

---

(16)- les considérations impliquées par ce point dépassent largement ce qui en est dit ici, mais débordent notre propos;

(17)- cf. annexe A - la typologie de Tiemann & Markle;

Elle offre néanmoins, de façon explicite, des dimensions d'importance considérable, non présentes chez Mager et implicites (*18*) chez Gagné:

a) la présence, sous-jacente à tout type d'apprentissage, du domaine "émotif";

b) la hiérarchisation des types d'apprentissage à l'intérieur de chacun des trois autres domaines - "psychomoteur", "cognitif simple" et "cognitif complexe";

c) les liens d'association entre les domaines d'apprentissage.

LA STRUCTURE HIERARCHIQUE DE L'APPRENTISSAGE. (*19*)

Un autre point théorique important en ce qui concerne l'apprentissage de concept - et explicité par la typologie précédente - est le fait qu'il y a HIERARCHISATION et CUMULATIVITE des apprentissages. Les notions de "*hiérarchisation*" et de "*cumulativité*" de l'apprentissage remontent à Ausubel (*AUSUBEL, 1965*) et ont reçu une validation empirique croissante, jusqu'aux travaux récents de Gagné et des chercheurs oeuvrant dans le cadre de sa théorie cognitive.

(18)- quoique limitée au domaine cognitif;
(19)- cf. Annexe B;

Les implications didactiques et pédagogiques de ces principes théoriques de l'apprentissage sont considérables, notamment en ce qui concerne l'apprentissage de type conceptuel:

a) le fait que les concepts se situent au plus bas niveau des apprentissages cognitifs complexes implique qu'aucun apprentissage de niveau supérieur - règles ou solutions de problème - ne peut théoriquement se faire sans une acquisition préalable des concepts composants de ceux-ci - chaque niveau inférieur devenant ainsi prérequis au niveau immédiatement supérieur;

b) l'acquisition de concepts est elle-même dépendante, dans une large mesure, des habiletés prérequises liées aux apprentissages cognitifs simples - discriminations, associations, séquences, etc..;

c) le transfert d'apprentissage d'un domaine à un autre est impliqué par le principe de cumulativité et ce fait justifie la nécessité d'analyse des apprentissages associés - i.e. la démonstration de maîtrise d'un apprentissage de type conceptuel requiert le plus souvent celle d'habiletés psychomotrices associées (écrire, dessiner, prononcer intelligiblement).

* * * * *

LES CARACTERISTIQUES DE L'APPRENTISSAGE CONCEPTUEL.

A l'instar de Tiemmann & Markle, nous utiliserons la terminologie d'"*apprentissage conceptuel*" (*20*) pour référer à la spécificité didactique de ce type d'apprentissage touchant les concepts: les concepts ne constituent pas seulement un contenu spécifique d'apprentissage, ils impliquent également une démarche spécifique d'apprentissage (*21*).

Les recherches des vingt dernières années en psychologie de l'apprentissage ont permis de préciser les caractéristiques de l'APPRENTISSAGE CONCEPTUEL, notamment avec les travaux de Gagné (1965-1977).

L'acquisition d'un concept peut être vue théoriquement comme l'INDUCTION (*22*) d'une REGLE DE CLASSIFICATION.

Sur le plan de l'apprentissage, cela implique le développement de deux types d'HABILETES INTELLECTUELLES - selon la terminologie de Gagné:

a) l'habileté de DISCRIMINATION;

b) l'habileté de GENERALISATION.

---

(20)- cf. Annexe C
(21)- voir plus loin: procédures didactiques;
(22)- du latin "inductus" - qui a été conduit - (en logique): raisonnement qui va du particulier au général (Larousse)

Selon la théorie cognitive de Gagné (1977) et la typologie des types d'habiletés intellectuelles qu'il propose, les "*discriminations*" sont un type d'apprentissage spécifique de niveau inférieur à l'apprentissage conceptuel, donc pré-requis à celui-ci. La spécificité de l'apprentissage conceptuel réside dans la combinaison des deux types d'habiletés citées.

L'HABILETE DE DISCRIMINATION CONCEPTUELLE.

Elle se traduit par la capacité de distinguer explicitement des instances et des non-instances d'un concept.

Elle ne diffère pas de la discrimination non-conceptuelle, sauf en ce qui concerne le champ d'application: elle s'applique à l'ensemble de toutes les instances et non-instances du concept - la règle de classification - plutôt qu'à une paire spécifique d'instances - i.e. la discrimination entre un "*p*" et un "*q*" - ou qu'à un ensemble d'entités impliquant des discriminations multiples - i.e. *"b", "d", "p", "q" et "g"*. Lorsqu'une acquisition conceptuelle n'est pas en jeu, nous pouvons parler simplement de discrimination "*perceptuelle*", afin d'éviter toute confusion.

L'HABILETE DE GENERALISATION CONCEPTUELLE.

Il s'agit explicitemnt de ce qu'on désigne souvent comme processus d'induction psychologique. L'habileté de généralisation conceptuelle consiste en la capacité d'appliquer la règle de classification du concept à toute instance NOUVELLE du concept à acquérir - c'est-à-dire à toute instance du concept qui n'a pas été explicitement apprise (*ou mémorisée*) préalablement, lors d'un apprentissage formel ou incident.

L'APPRENTISSAGE CONCEPTUEL ET LA MEMORISATION.

Il y a deux raisons fondamentales pour clarifier la différenciation entre apprentissage conceptuel et mémorisation - ou apprentissage d'information verbale:

a) les processus d'induction impliqués par l'apprentissage conceptuel et pré-requis aux apprentissages heuristiques d'application de règles et de solution de problèmes ne peuvent absolument pas être acquis et développés par mémorisation;

b) l'apprentissage conceptuel n'exclut pas, toutefois, la mémorisation.

Ce dernier point mérite d'être explicité, car il est la source du plus grand nombre de confusions, tant théoriques que pratiques.

L'avantage heuristique majeur de l'apprentissage conceptuel réside dans le fait qu'il permet, grâce à la capacité de généralisation, d'éviter d'avoir à mémoriser toutes les instances d'une classe d'entités (*23*). La maîtrise du concept et son application dans des situations nouvelles requiert néanmoins une part de mémorisation, à savoir celle de la représentation du concept - sa définition opérationnelle ou la liste de ses attributs critiques et variables, ainsi que leurs dimensions. Cette représentation mémorisée sert d'INDICES pour la reconnaissance des exemples et des non-exemples du concept, de façon indispensable. Ainsi, l'apprentissage conceptuel n'élimine nullement la nécessité de mémorisation, mais présente un potentiel d'efficacité heuristique nettement supérieur à la seule mémorisation "*par coeur*", à cause des deux facteurs suivants:

a) une économie considérable d'éléments à mettre en mémoire;

b) une structuration des éléments mémorisés - les indices associés au nom du concpet - permettant un rappel plus efficace.

(23)- le stockage en mémoire de toutes les instances permettrait assurément l'utilisation adéquate du concept ...;

LES PROCEDURES DIDACTIQUES D'APPRENTISSAGE CONCEPTUEL.

Malgré les nombreuses confusions qui ont eu et continuent à avoir cours, l'apprentissage de concepts, la conceptualisation ou la "*construction de concept*" ont toujours été asossiés aux notions de compréhension, de raisonnement et d'induction. Cependant, ce n'est qu'avec Gagné et les autres chercheurs oeuvrant dans la ligne d'Ausubel (*AUSUBEL, 1965*) que la notion d'apprentissage de concepts a pu devenir opérationnelle.

La pratique didactique courante concernant l'acquisition de concept consiste encore à présenter et faire "***mémoriser***" une définition du concept à acquérir. Ceci n'a rien à voir avec un réel apprentissage "*conceptuel*", mais plutôt avec l'apprentissage "*par coeur*". Le type d'apprentissage fourni correspond, en fait, à de l'INFORMATION VERBALE (*GAGNE, 1977*) ou à un apprentissage de CHAINES VERBALES (*TIEMANN & MARKLE, 1977*). Des rétro-informations estudiantines du genre - "*je ne comprends pas..! ...je ne sais pas ce que ça signifie.!*" - sont typiques de ce mode de pseudo-apprentissage conceptuel et devraient, selon Tiemmann & Markle notamment, être pris comme un indice certain, non de la carence de potentialités de l'étudiant, mais d'une carence didactique.

Un phénomène similaire apparaît sur le plan de l'évaluation de l'apprentissage conceptuel, lié lui aussi à cette confusion entre "*conceptualisation*" et "***mémorisation***". Un examen, même sommaire, de la plupart des questionnaires d'évaluation touchant l'acquisition de concepts permet de constater qu'ils se limitent à faire "*énoncer*" une connaissance mémorisée. Une telle pratique ne permet pas de tester la compréhension ou l'acquisition d'un concept: cela ne peut être fait que par la "*démonstration*" de la maîtrise du concept, dans des situations nouvelles.

Le fait, tendant à devenir de plus en plus fréquent dans la pratique d'enseignement, que l'une ou l'autre de ces phases - la phase didactique et la phase évaluative - soit menée adéquatement ne résout pas le problème de l'apprentissage conceptuel, tant qu'elles ne le sont pas l'une ET l'autre.

Les travaux de Tiemmann & Markle (*24*), de Thiagarajan (*25*) et de Tennyson (*26*) ont apporté une contribution fondamentale dans le domaine, tant en ce qui concerne la didactique de l'apprentissage conceptuel que son évaluation.

---

(24)- cf. TIEMANN & MARKLE, 1977;
(25)- cf. THIAGARAJAN, 1972;
(26)- cf. TENNYSON, 1978;

PROCEDURES DIDACTIQUES PROPREMENT DITES:

Sur le plan didactique, l'apprentissage conceptuel peut être caractérisé par les trois types de procédures suivantes, correspondant aux trois composantes théoriques vues plus haut (*27*):

a) la présentation d'une DEFINITION opérationnelle du concept, explicitant les attributs critiques et les attributs variables du concept, ainsi que les dimensions de ceux-ci;

b) la présentation d'une SERIE RATIONNELLE (28) d'exemples explicites du concept;

c) la présentation d'une SERIE RATIONNELLE de non-exemples du concept.

(27)- la discrimination, la généralisation et la mémorisation des indices conceptuels;
(28)- voir la définition plus loin; cf. Annexe D;

PROCEDURES D'EVALUATION:

Sur le plan de l'EVALUATION, la démonstration d'acquisition d'un concept ne requiert pas la démonstration de la mémorisation des indices conceptuels - par l'énoncé de sa définition, par exemple - pour les deux raisons fondamentales suivantes:

a) l'énoncé de la définition du concept - ou de ses indices - ne démontre aucunement l'acquisition du concept, mais seulement la mémorisation de ce qui est énoncé;

b) la démonstration de l'acquistion du concept - telle que suggérée plus loin - implique "per se" la mémorisation des indices conceptuels.

Il n'y a donc aucun intérêt pour l'évaluation à faire énoncer ces indices, sous quelque forme que ce soit - c'est une perte de temps et sans doute cela ne peut même qu'introduire un élément de confusion, tant chez l'étudiant que chez l'évaluateur, concernant le niveau de maîtrise réel du concept. Ainsi, les procédures d'évaluation de l'acquisition d'un concept devraient comprendre les éléments suivants - et s'y limiter:

a) l'identification d'une série rationnelle d'exemples NOUVEAUX - c'est-à-dire non présentés lors de l'apprentissage;

b) l'identification d'une série rationnelle de non-exemples NOUVEAUX.

De plus, il est clair que les exemples et non-exemples des nouvelles séries rationnelles servant à l'évaluation doivent être présentés simultanément et en ordre aléatoire, afin d'en assurer l'efficience.

* * * * *

PROCEDURES DE DESIGN DE L'APPRENTISSAGE CONCEPTUEL.

La difficulté majeure liée à l'apprentissage conceptuel se situe au niveau de l'élaboration du matériel didactique et d'évaluation le permettant de façon efficace.

En effet, c'est une chose - relativement facile et sans problème - d'appliquer les procédures didactiques et d'évaluation adéquates - telles qu'elles ont été définies plus tôt - mais c'en est une autre - relativemnt complexe - d'élaborer ce qu'elles requièrent - représentation du concept par une définition opérationnelle, identification des attributs critiques, des attributs variables et de leurs dimensions, construction des séries rationnelles d'exemples et de non-exemples.

Bien que, sur un plan théorique, les procédures associées à ces diverses opérations soient aisées à comprendre, elles demeurent relativement inaccessibles, dans la pratique, à une grande majorité d'enseignants, pour les raisons suivantes:

a) leur développement implique beaucoup de temps - beaucoup plus, en tout cas, que celui dont dispose même l'éducateur le plus zélé;

b) elles requièrent un niveau de connaissance disciplinaire dépassant notablement celui qu'ont généralement les enseignants du domaine (29) et que seul un expert peut posséder.

L'analyse des concepts constitue le point crucial et critique du design d'apprentissage conceptuel, non seulement parce que sa complexité requiert le travail d'un expert diciplinaire - et le plus souvent de plusieurs (*30*) -, mais surtout parce qu'une analyse rigoureuse est un pré-requis indispensable, tant à la génération des séries rationnelles d'exemples et non-exemples du concept qu'à la détermination de sa définition opérationnelle.

L'ANALYSE CONCEPTUELLE (*31*).

Peu d'auteurs ont abordé le sujet de l'analyse de concept au-delà d'une approche intuitive ou philosophique. Les seuls apports scientifiques ou opérationnels trouvés le furent chez un nombre très restreint de chercheurs (*32*).

---

(29)- ce niveau gagnerait, dans bien des cas, à être plus élevé, mais il n'est pas sûr qu'il doive l'être au niveau requis ici;

(30)- nous avons constaté à quel point même des spécialistes d'un domaine pouvaient avoir de difficultés à s'accorder sur la définition de concepts élémentaires - i.e. "perpendiculaire", "direction" et "sens", etc..;

(31)- pour plus de détail, voir document de travail sur le sujet (ROUSSE,1983); cf. aussi Annexe E;

(32)- TIEMANN & MARKLE,1977; THIAGARAJAN & SEMMEL,1974; TENNYSON et al.,1978;

Sur un plan théorique, l'analyse conceptuelle désigne un concept simple: la décomposition d'un concept en ses facteurs de classification - ses attributs critiques, ses attibuts variables et leurs dimensions. Néanmoins, sur le plan pratique, les procédures d'analyse conceptuelle sont beaucoup plus problématiques, du fait même de la façon dont la plupart des concepts - même scientifiques - ont été ou sont "*construits*": cette construction, historiquement, a été généralement "*arbitraire*" - c'est-à-dire ne répondant à aucune règle de structuration prédéfinie -, "*cumulative et/ou évolutive*" - c'est-à-dire que la classe d'entités représentées par un concept se modifie dans le temps en fonction d'un contexte philosophique ou social, ou de l'accroissement des connaissances scientifiques. Cette situation complexe justifie la nécessité de faire appel à des spécialistes disciplinaires - voire à une équipe disciplinaire - pour effectuer les analyses conceptuelles avec une probabilité de pertinence suffisante. De plus, comme le souligne Tennyson, il apparaît important de dissocier explicitement les procédures d'analyse conceptuelle et de structuration hiérarchique de concepts associés, sur le plan disciplinaire et sur celui de l'apprentissage. En effet, sur le plan disciplinaire, il convient de ne pas oublier que le propos majeur de la construction de concepts et de leur organisation en sur-classes et sous-classes vise la structuration

rationnelle de la connaissance, au niveau le plus élevé. La structuration de l'apprentissage requiert des procédures et des cheminements différents, s'appuyant, non pas sur la structure disciplinaire de la connaissance à acquérir, mais sur les structures psychologiques de l'apprentissage.

Cette différenciation entre structure disciplinaire de la connaissance et structure didactique pour l'acquisition de cette connaissance amène souvent à un rejet de l'une au profit de l'autre (*33*) - suivant que l'on attaque le problème sous un angle pédagogique ou scientifique. Or, cela n'a aucune raison d'être, car d'une part l'apprentissage de connaissances n'a aucune utilité réelle s'il ne respecte pas les critères de rigueur scientifique et, d'autre part la transmission de connaissances rencontrant ces critères scientifiques constitue une perte de temps si elle ne peut atteindre l'efficacité d'apprentissage adéquate. De ce fait, l'étude de l'une et de l'autre de ces structures - disciplinaire et didactique - est également nécessaire.

(33)- ou à un choix exclusif de l'une au détriment de l'autre;

A ce sujet, il découle des travaux de Tennyson et de son équipe qu'elles doivent être menées de façon distincte et dans l'ordre suivant:

a) analyse de la structure disciplinaire adéquate - analyses de concepts, définition opérationnelle des concepts, structures hiérarchiques de classification des concepts associés, etc..;

b) structuration des procédures didactiques, en fonction des conditions d'apprentissage requises et de la structure disciplinaire pré-définie - définition didactique des concepts, hiérarchies d'apprentissage, association et champ d'exploration didactique des concepts, séries rationnelles, etc...

LA DEFINITION D'UN CONCEPT.

On appelle DEFINITION d'un concept la représentation verbale de la règle de classification de ce concept. Afin d'être cohérents avec les clarifications précédentes sur l'analyse de concept, nous distinguerons la DEFINITION OPERATIONNELLE - ou disciplinaire - et la DEFINITION DIDACTIQUE du concept:

a) la DEFINITION OPERATIONNELLE d'un concept découle directement de l'analyse conceptuelle et doit comprendre les éléments suivants:

- *le NOM spécifique de la classe du concept;*
- *l'indication du DOMAINE disciplinaire d'application du oncept;*
- *la mention de la SUR-CLASSE logique immédiate du concept (si elle existe);*

- *la liste des ATTRIBUTS CRITIQUES du concept;*

- *la liste des ATTRIBUTS VARIABLES du concept et de leurs DIMENSIONS.*

b) la DEFINITION DIDACTIQUE d'un concept, elle, sera construite à partir de la définition opérationnelle du concept et devra comprendre les éléments suivants:

- *le NOM du concept;*

- *la dénomination générique de la SUR-CLASSE adéquate du concept (selon le niveau d'apprentissage concerné);*

- *tous les ATTRIBUTS CRITIQUES du concept;*

- *les ATTRIBUTS VARIABLES et leurs DIMENSIONS pertinentes au niveau d'apprentissage et à la clientèle visée.*

L'ELABORATION DES SERIES RATIONNELLES (*34*).

On appelle SERIE RATIONNELLE d'un concept une double série d'EXEMPLES et de NON-EXEMPLES du concept respectant les principes théoriques pertinents à l'acquisition totale du concept:

a) la GENERALISATION à toutes les dimensions retenues de variation des instances (exemples) du concept;

b) la DISCRIMINATION fine de toutes les catégories de non-instances proches du concept (non-exemples possédant tous les attributs critiques du concept, sauf un seul);

(34)- voir Annexe E;

La SERIE RATIONNELLE DIDACTIQUE et la SERIE RATIONNELLE D'EVALUATION doivent avoir une composition identique, mais les exemples et non-exemples de la dernière doivent être NOUVEAUX - c'est-à-dire ne pas avoir été utilisés lors de la présentation pour l'apprentissage.

Le principe d'élaboration des SERIES RATIONNELLES d'exemples et de non-exemples du concept est relativement simple, puisqu'il répond aux règles théoriques suivantes:

a) chaque série rationnelle doit comporter, au minimum, UN EXEMPLE illustrant CHACUNE des dimensions des attributs variables du concept, et de façon optimale, un nombre d'exemples égal au produit du nombre de dimensions de chaque attribut variable: EXEMPLE - pour un concept possédant 3 attributs variables ayant respectivement "2", "3" et "2" dimensions, le nombre minimal d'exemples de la série rationnelle sera de 3 et le nombre optimal de 12 (= 2x3x2);

b) chaque série rationnelle doit également comporter un nombre de non-exemples équivalent au NOMBRE d'attributs critiques du concept, chacun d'eux étant caractérisé par l'ABSENCE d'un SEUL de ces attributs critiques: EXEMPLE - pour un concept possédant 4 attributs critiques, nous aurons 4 non-exemples, dans lesquels manque respectivement l'attribut critique "1", "2", "3" et "4";

L'ANALYSE DES HIERARCHIES D'APPRENTISSAGE.

Il est important, comme déjà mentionné au sujet de l'ANALYSE CONCEPTUELLE, de ne pas confondre la HIERARCHIE D'APPRENTISSAGE avec la STRUCTURE DISCIPLINAIRE de hiérarchisation conceptuelle.

Une HIERARCHIE D'APPRENTISSAGE, telle qu'elle est définie par Gagné (*35*), désigne une STRUCTURE DIDACTIQUE, caractérisée par les facteurs suivants:

a) l'analyse des PRE-REQUIS à une tâche d'apprentissage donnée;

b) la détermination des TYPES spécifiques d'apprentissage correspondants;

c) l'identification des sous-tâches d'apprentissage CO-REQUISES ou ASSOCIEES.

Comme il en est des objectifs d'apprentissage, les hiérarchies d'apprentissage ne se limitent pas à des HIERARCHIES D'APPRENTISSAGE CONCEPTUEL. Les principes théoriques de détermination des pré-requis d'apprentissage se fondent sur les règles de hiérarchisation TYPOLOGIQUE de l'apprentissage - ainsi une tâche de SOLUTION DE PROBLEME a, obligatoirement pour PRE-REQUIS l'ensemble des REGLES et PRINCIPES

(35)- le principal chercheur en ayant promu les principes théoriques - cf. GAGNE,1977 et document de travail sur le sujet (ROUSSE,1983); cf. Annexe F et doc. travail;

pertinents à cette solution, ces règles et principes ayant eux-mêmes comme pré-requis nécessaires l'ensemble des CONCEPTS s'y rapportant, et ainsi de suite.

De plus, la quasi-totalité des tâches d'apprentissage - fussent-elles identifiées initialement comme exclusivement ou fondamentalement "*intellectuelles*", "*heuristiques*" ou "*psychomotrices*" - requièrent pour leur accomplissement adéquat d'autres types d'apprentissage ASSOCIES - ainsi, le simple fait d'avoir à démontrer, oralement ou par écrit, l'acquisition d'un concept exige d'un apprenant, indépendemment des connaissances linguistiques nécessaires, qu'il possède les habiletés psychomotrices adéquates, soit pour "*prononcer*" sa réponse, soit pour l'écrire. Des exemples d'association nécessaire de types multiples d'apprentissage - ou des habiletés en résultant pourraient se trouver également dans tous les domaines.

* * * * *

L'ELABORATION
DU MODELE DIDACTIQUE

Tenant compte des implications théoriques étudiées, des caractéristiques générales de la clientèle d'apprenants visée par le projet, autant que du contexte socio-éducatif prévalant, l'élaboration d'un MODELE DIDACTIQUE adéquat et efficace pour l'apprentissage de concepts technologiques soulevait un certain nombre de problèmes majeurs imposant certaines contraintes de développement.

LES CONTRAINTES DE DEVELOPPEMENT.

Elles étaient et demeurent nombreuses. Nous tenterons d'en dégager les caractéristiques principales et non d'en faire un exposé exhaustif.

CONTRAINTES CONJONCTURELLES:

Conjointement à la pénurie de temps dont nous disposions pour opérationaliser le projet - 4 mois - nous devions tenir compte de la conjoncture actuelle du M.E.Q. - tant sur un plan budgétaire que sur un plan d'orientation.

La conjoncture budgétaire impose des contraintes évidentes, tant au niveau du support de recherche que de l'équipement à envisager.

La conjoncture d'orientation, quand à elle, offre une perspective à la fois plus complexe et plus attrayante, qui peut se décrire dans les termes suivants:

a) les problèmes académiques de la clientèle du "professionnel court"ne sont pas nouveaux et devront trouver une solution proche, quel que soit le nouveau statut projeté pour celle-ci;

b) les attentes du marché du travail en terme de formation technique et l'implantation prochaine par le ministère d'une orientation technologique de la formation secondaire exigent que les solutions apportées dans le contexte de notre recherche soient convergents avec ces attentes et cette nouvelle orientation technologique;

c) dans la conjoncture économique actuelle, les solutions didactiques à considérer doivent être particulièrement d'un coût effectif, à moyen et long terme.

CONTRAINTES CONTEXTUELLES:

Nous y incluons à la fois les contraintes liées à la clientèle visée et celles liées à leur environnement éducatif:

a) les difficultés d'apprentissage des étudiants concernés, sur le plan théorique et notamment des concepts technologiques abstraits, dépendent largement de carences didactiques préalables - non imputables directement à leur formation présente - et sont fortement associées à des problèmes émotifs d'origines diverses - qui ne peuvent être directement pris en charge par le présent projet;

b) les carences de formation des enseignants des disciplines professionnelles, tant sur le plan fondamental de leur discipline, que sur le plan didactique et pédagogique;

c) la difficulté, sinon l'inexistence des rapports de collaboration entre les enseignants chargés de la formation académique générale de la clientèle visée et ceux chargés de leur formation professionnelle.

AUTRES CONTRAINTES:

Sur le plan théorique, les options didactiques offrant les critères de rigueur et d'efficacité adéquats pour l'apprentissage conceptuel se heurtent à de nombreuses idées reçues et encore largement véhiculées dans l'environnement éducatif - pas seulement chez les enseignants concernés directement, mais aussi parmi les cadres scolaires. De ceci résulte la nécessité d'une sensibilisation appropriée et délicate, à différents niveaux.

Enfin, sur le plan pratique, nous devons tenir compte d'un certain nombre de contraintes spécifiques, que nous pouvons regrouper ainsi:

a) la nécessité fondamentale de coordination des activités d'apprentissage théoriques - pris en charge plus spécifiquement par les objectifs du projet - et des activités pratiques qui leurs sont logiquement associées;

b) l'organisation physique de l'environnement pédagogique - dans l'état actuel, il arrive que des étudiants aient à se déplacer d'un bout à l'autre d'une "polyvalente" pour se rendre des ateliers aux locaux d'activités théoriques.

LES HYPOTHESES DE CHOIX.

Tenant compte des divers travaux préliminaires de recherche effectués, tant sur le plan théorique que dans le milieu (*36*), un certain nombre d'hypothèses de choix se sont soit dégagées, soit confirmées ou affirmées, aux niveaux suivants:

a) au niveau didactique;

b) au niveau médiatique;

c) au niveau logistique;

d) au niveau technologique.

L'HYPOTHESE DE CHOIX DIDACTIQUE:

L'ancrage souvent ancien des causes de difficultés d'apprentissage de notions théoriques - ou de concepts - et le lien évident entre les difficultés actuelles observées et des carences au niveau des connaissances pré-requises, indiquait clairement le choix d'un cadre théorique permettant d'expliciter ces phénomènes autrement qu'en en faisant porter le poids exclusivement à l'étudiant ou à ses capacités intrinsèques d'apprentissage.

(36)- voir le rapport d'enquête sur le milieu.

Il s'agit, bien certainement, d'un choix idéologique préalable, lequel est néanmoins non seulement scientifiquement plausible (*37*), mais également cohérent et indissociable de toute hypothèse de "*rémédiation*" de l'apprentissage.

Par ailleurs, l'identification, tant des causes profondes ou lointaines des difficultés d'apprentissage, que des carences spécifiques en terme de pré-requis d'apprentissage, implique l'utilisation d'un MODELE DIAGNOSTIQUE rigoureux et opérationnel.

Enfin, les implications didactiques découlant du problème touchent les deux conditions indispensables suivantes:

a) le MODELE DIDACTIQUE doit permettre, de façon rigoureuse et optimale, la CORRECTION SYSTEMATIQUE des carences d'apprentissages pré-requis;

b) l'approche didactique, pour tenir compte adéquatement des spécificités individuelles des carences diagnostiquées ne peut être que TUTORIELLE.

Gagné (1977) a pour sa part défini un CADRE THEORIQUE et les fondements d'un MODELE D'DACTIQUE permettant d'induire la cohérence et la pertinence de nos hypothèses de solution. Tiemman & Markle (1978) ont pour leur part expérimenté et validé un MODELE DIAGNOSTIQUE et une PROCEDURE DIDACTIQUE

(37)- tel qu'il ressort de l'évolution actuelle des théories psychologiques de l'apprentissage;

effectifs pour l'acquisition conceptuelle. Bien que ces modèles et ces procedures aient été principalement expérimentées et validées dans l'optique d'apprentissages nouveaux, plutôt que d'apprentissages "*correctifs*", nous pouvons assumer leur adaptabilité à ce dernier contexte, lequel correspond plus spécifiquement au cadre de la présente recherche.

L'HYPOTHESE DE CHOIX MEDIATIQUE:

Considérant, d'une part, la spécificité et l'impact considérable des difficultés d'apprentissage conceptuel identifiées (*36*), d'autre part le contexte de formation didactique du personnel d'encadrement et, enfin, la complexité relative et l'impact novateur du cadre théorique et du modèle didactique pertinent, une hypothèse méthodologique de solution du problème semblait s'imposer de façon évidente. En effet, les implications d'une formation supplémentaire adéquate des enseignants, leur permettant une utilisation efficace du modèle didactique et l'acquisition des habiletés à développer par eux-mêmes des unités d'apprentissage cohérentes à ce modèle, s'avèrent totalement irréalistes - au moins en termes de coûts et de temps raisonnable. De plus, l'investissement de temps et d'énergie, requis pour assurer à chaque étudiant un diagnostic adéquat et le support tutoriel en découlant, représente une tâche impossible à assumer

par un seul enseignant ayant la charge d'un groupe-classe - fusse-t-il un expert exceptionnel dans l'ensemble des domaines concernés par cette tâche.

Le choix d'une hypothèse de solution méthodologique - que confirme l'analyse précédente - exige ainsi les conditions suivantes:

a) l'utilisation d'un MEDIUM DIDACTIQUE - ou de plusieurs;

b) un moyen de procéder au diagnostic des carences de façon RIGOUREUSE, AUTOMATIQUE et INDIVIDUELLE;

c) l'accès direct par l'étudiant à des modules didactiques SPECIFIQUES aux besoins diagnostiqués;

d) la possibilité de tenir compte du RYTHME d'apprentissage de l'étudiant et des STRATEGIES d'apprentissage les plus appropriées.

Il est clair, dès lors que le médium répondant le mieux à l'ensemble de ces critères était le MICRO-ORDINATEUR.

L'HYPOTHESE DE CHOIX LOGISTIQUE:

Si l'ordinateur, en tant que médium didactique, semblait pouvoir répondre théoriquement aux critères pertinents d'une solution, il restait à vérifier si les LOGICIELS ou les MODES D'UTILISATION DIDACTIQUE courants de ce médium permettaient une solution opérationnelle effective.

Il est vite apparu que les modes classiques d'E.A.O. (*38*), notamment ceux de type tutoriel (*39*) - qu'ils soient à branchements ou non - ne pouvaient servir de support adéquat au modèle didactique requis.

L'hypothèse liée au choix de DEVELOPPEMENT d'un MODELE TUTORIEL INFORMATISE utilisant les techniques d'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE (*38*) découle logiquement de ces constatations.

L'HYPOTHESE DE CHOIX TECHNOLOGIQUE:

Enfin, l'analyse préalable des contenus disciplinaires liés aux carences d'apprentissage a confirmé - voire renforcé considérablement - l'exigence d'une ANALYSE SCIENTIFIQUE des concepts concernés par un spécialiste disciplinaire (*40*).

Les difficultés de cette analyse suggèrent même comme choix d'hypothèse technologique que cette tâche spécifique doive être menée conjointement par plusieurs technologues des domaines disciplinaires touchés.

* * * * *

(38)- Enseignement Assisté par Ordinateur - cf. chap. sur le modèle informatique;
(39)- selon la classification reprise par GAGNE(1981);
(40)- cf. chap. sur l'analyse technologique;

LA STRUCTURATION DU MODELE PROPOSE

La possibilité formelle de développement d'un LOGICIEL d'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE permettant de respecter les implications théoriques, didactiques, diagnostiques, de manière tutorielle exigeait une structuration rigoureuse et très détaillée du MODELE DIDACTIQUE à informatiser.

Cette structuration demandait d'être réalisée en plusieurs étapes et en interrelation constante avec l'informaticien, afin de vérifier la faisabilité de chaque élément du modèle et de préciser les points d'investigation majeurs. Ces points majeurs devaient déboucher sur un certain nombre d'UNITES spécifiques, qui seront gérées par le logiciel d'I.A. (*41*):

a) l'unité didactique à proprement parler;

b) l'unité diagnostique;

c) l'unité d'initialisation;

d) l'unité de finalisation;

e) les unités de contenu;

f) l'unité de gestion tutorielle;

g) diverses unités de communication (i.e. orale, graphique, scripto-verbale, etc..).

(41)- Intelligence Artificielle - cf. rapport spécifique;

On verra plus loin les implications non-informatiques de ces unités, mais il convient préalablement d'expliciter les étapes qui ont précédé.

L'ELABORATION D'UN META-ALGORITHME DIDACTIQUE.

Bien que le logiciel d'I.A. envisagé ne puisse absolument pas être réduit à une procédure algorithmique - c'est-à-dire séquentielle et linéaire (*42*) - il était nécessaire de formaliser une procédure didactique globale, tenant compte des multiples implications théoriques issues de la recherche récente sur l'acquisition conceptuelle.

Plusieurs algorithmes ont été développés, en vue de formaliser les procédures d'apprentissage conceptuel, notamment par Gagné (1981) et Tennyson et al. (1982), qui sont d'ailleurs reliés à une médiatisation tutorielle informatisée.

L'algorithme de Gagné - bien qu'il ait été développé en fonction d'une approche d'E.A.O. branchée classique - présente l'avantage de tenir compte des CONDITIONS et des EVENEMENTS d'apprentissage pertinents à l'APPRENTISSAGE CONCEPTUEL (*43*). Il est pourtant insuffisant, puisqu'il ne

(42)- à cause de la nécessité d'adaptabilité aux besoins spécifiques non-prédéfinis des étudiants;
(43)- cf. Annexe G;

prend pas en compte les implications relevant des travaux conjoints de Tiemann et Markle (1977) - notamment les PROCEDURES DE PRESENTATION des exemples et des non-exemples, la SELECTION de ceux-ci en fonction de SERIES RATIONNELLES, les REGLES DE DIAGNOSTIC des ERREURS-TYPES et les PROCESSUS CORRECTIFS spécifiques.

De leur côté, les deux algorithmes de Tennyson (*44*), qui définissent respectivement une procédure d'E.A.O. basé sur un "*système d'enseignement à réponses sensibles*" (*S.E.R.S.*)(*45*) et une procédure spécifique d'apprentissage conceptuel, ne sont pas directement applicables pour notre modèle, pour les raisons suivantes:

a) le premier - l'algorithme général - tient compte d'un certain nombre des évènements didactiques définis par Gagné (46) pour l'apprentissage conceptuel, mais non de tous (5 au lieu de 9);

b) le second - l'algorithme conceptuel - ne différencie pas les phases d'apprentissage conceptuel et de vérification et ne tient explicitement compte ni des séries rationnelles, ni des pré-requis et des procédures de diagnostique des erreurs-types;

c) les deux algorithmes ne sont pas directement compatibles ou associables de façon modulaire.

---

(44)- cf. Annexe H;
(45)- en américain: R.S.I.S. - Response Sensitive Instructional System;
(46)- cf. Annexe I;

L'algorithme proposé, quant à lui, constitue une tentative de raffinement et de combinaison des trois algorithmes précédents, des implications du modèle implicite de Tiemann & Markle et des lignes directrices de design d'E.A.O. définies par Gagné (1981)(*46*), visant à optimiser les divers apports théoriques et empiriques de la recherche récente et permettant une insertion modulaire dans un système d'I.A. La dénomination de "*méta-algorithme*" suggérée est pour indiquer qu'il ne s'agit pas d'une structure de procédure séquentielle isolée et auto-suffisante, mais plutôt d'une super-structure organisationnelle des autres unités modulaires du système - ce méta-algorithme étant lui-même une unité spécifique du système.

Ce META-ALGORITHME DIDACTIQUE (*47*) comportera les composantes séquentielles suivantes:

a) les NEUF types d'EVENEMENTS DIDACTIQUES définis par Gagné pour l'apprentissage conceptuel;

(47)- l'Annexe J est l'algorithme correspondant au mode d'apprentissage conceptuel optimal, d'après les résultats expérimentaux de Tiemman & Markle;

Niveau(x) d'enseignement: 4 Numéro EDUQ : 8570869
Centre d'intérêt: 874

Rousse, Bernard François.

Modèle théorique & didactique de recherche / B. F. Rousse, M. D. Stolovitch. -- Montréal : Université de Montréal, Programme de perfectionnement des maîtres en enseignement professionnel, 1983 [i.e. 1985].
iv, 77 f. ; 28 cm.

Ss titre: Rapport partiel de recherche de la phase initiale du projet, février-mai 1983, concernant les aspects didactiques & théoriques du modèle. Résumé: f. iv. "Rapport technique VI (82/MPS/02-PPMEP 12)". Bibliogr.: f. 59-63.

Descripteur(s): *Techniques physiques *Concept *Théorie de l'apprentissage *Elaboration de projets *Méthode d'enseignement *Secondaire (Niveau)

Identificateur(s) de sujet: *Apprentissage de concepts

Le document est le premier rapport d'étape pour la période de démarrage du projet, de janvier à mai 1983. Il a été réalisé par le chercheur en charge de coordonner le travail théorique des divers membres de l'équipe de recherche. En plus d'un exposé succinct des activités réalisées, il comporte une présentation détaillée du modèle didactique utilisé pour développer le matériel expérimental visant à faciliter l'apprentissage de concepts abstraits chez des étudiants du secteur professionnel. Il couvre l'ensemble des aspects théoriques et didactiques liés à un tel projet d'amélioration de l'enseignement de concepts.

Le rapport comprend quatre parties: 1. la formation théorique des membres; 2. la coordination technique; 3. l'étude des fondements théoriques; 4. l'élaboration du modèle didactique.

Un certain nombre de conclusions se dégagent du rapport: 1. le modèle théorique développé répond de façon très adéquate aux implications didactiques de l'apprentissage conceptuel et permet une définition rigoureuse des hypothèses expérimentales; 2. le seul problème théorique subsistant est lié aux procédures de représentation symbolique de la connaissance scientifique; 3. la structuration du modèle didactique tutoriel en est à sa phase finale de micro-structuration opérationnelle, en vue de sa programmation en intelligence artificielle; 4. le problème de la communication orale interractive a été étudié, en liaison avec un spécialiste en orthopédagogie, afin de développer des procédures d'intervention pour les enseignants associés au projet.

Type de document: r
Financement: Bénéficiaire - Université de Montréal
Organisme(s) source(s) - MEQ-DGERU
Programme(s) de subvention - PPMEP

EDUQ 8570869

MODELE THEORIQUE
& DIDACTIQUE
DE RECHERCHE

(RAPPORT PARTIEL DE RECHERCHE DE LA PHASE INITIALE DU PROJET - FEVRIER-MAI 1983 - CONCERNANT LES ASPECTS DIDACTIQUES & THEORIQUES DU MODELE)

ROUSSE B.F.
STOLOVITCH H.D.

MAI 1983

Rapport Technique VI

(82/MPS/02-PPMEP 12)

PROGRAMME DE PERFECTIONNEMENT DES MAITRES
EN ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL

UNIVERSITE DE MONTREAL * FACULTE DES SCIENCES DE L'EDUCATION

MODELE.TIT: 20/02/85

EDUQ 8570869

MODELE THEORIQUE
& DIDACTIQUE
DE RECHERCHE

(RAPPORT PARTIEL DE RECHERCHE DE LA PHASE INITIALE DU PROJET - FEVRIER-MAI 1983 - CONCERNANT LES ASPECTS DIDACTIQUES & THEORIQUES DU MODELE)

ROUSSE B.F.
STOLOVITCH H.D.

MAI 1983

Rapport Technique VI

(82/MPS/02-PPMEP 12)

PROGRAMME DE PERFECTIONNEMENT DES MAITRES EN ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL

UNIVERSITE DE MONTREAL * FACULTE DES SCIENCES DE L'EDUCATION

MODELE.TIT: 20/02/85

NOTE

Ce texte fait partie des documents produits dans le cadre du projet de recherche PPMEP(82/MPS/02), réalisé entre janvier 1983 et mai 1985, ayant pour titre:

"ELABORATION & EXPERIMENTATION D'UN MODELE DIDACTIQUE INFORMATISE POUR L'APPRENTISSAGE DE CONCEPTS TECHNOLOGIQUES ABSTRAITS CHEZ DES ETUDIANTS DU SECTEUR PROFESSIONNEL".

Cette recherche a pu être menée grâce à une subvention du Ministère de l'Education du Québec (PPMEP).

Ce projet a été supervisé et dirigé par:

. Harold STOLOVITCH, *Directeur du projet et Professeur agrégé en Technologie éducationnelle, Université de Montréal.*

. Viateur LEMIRE, *co-irecteur du projet et Responsable du programme PPMEP, Faculté des Sciences de l'éducation, Université de Montréal.*

A:NOTEDIT

Table des matières

Liste des annexes iii

Sommaire iv

Introduction 01

Formation didactique des membres de l'équipe 03

Coordination des activités de recherche 07

- Recherchiste-documentaliste 08
- Ingénieur 09
- Informaticien 09
- Représentant du milieu 10

Etude des fondements théoriques 12

- Concept de "CONCEPT" 13
  . *Concepts associés* 15
  . *Sur-classes & sous-classes de concepts* 15
  . *Concepts de base* 16
  . *Concepts concrets & concepts définis* 16
- Structure typologique de l'apprentissage 17
- Structure hiérarchique de l'apprentissage . . . 20
- Caractéristiques d'apprentissage 22
  . *Discrimination conceptuelle* 23
  . *Généralisation conceptuelle* 24
  . *Apprentissage conceptuel & mémorisation* . . . 24
- Procédures didactiques d'apprentissage 26
  . *Procédures didactiques* 28
  . *Procédures d'évaluation* 29

- Procédures de design conceptuel 31
. *Analyse conceptuelle.* 32
. *Définition d'un concept* 35
. *Elaboration des séries rationnelles* 36
. *Hiérarchies d'apprentissage* 38

Elaboration du modèle didactique 40

- Contraintes de développement. 40
. *Contraintes conjoncturelles* 40
. *Contraintes contextuelles* 42
. *Autres contraintes.* 43

- Hypothèses de choix 44
. *Choix didactique.* 44
. *Choix médiatique.* 46
. *Choix logistique.* 47
. *Choix technologique* 48

- Structuration du modèle proposé 49
. *Elaboration d'un méta-algorithme.* 50
. *Conceptualisation d'un tuteur fictif.* 54
. *Détermination des unités modulaires* 55
. *Problèmes fonctionnels rémanents.* 56

Conclusions concernant le modèle didactique. 58

Références bibliographiques. 59

Annexes. 64

* * * * *

Liste des Annexes

A- Typologie de Tiemann-Markle. 64

B- Hiérarchies cognitives 65

C- Apprentissage conceptuel 66

D- Séries rationnelles. 67

E/1- Procédure formelle d'analyse conceptuelle. .
/2- Elaboration de séries rationnelles 68

F- Exemple de hiérarchie d'apprentissage. 69

G/1- Algorithme tutoriel d'E.A.O. classique . . .
/2- Algorithme didactique de Gagné 70

H/1- Algorithme général avec S.E.R.S. . . . . .
/2- Algorithme conceptuel de Tennyson. 71

I- Lignes directrices de design conceptuel. . . . 72

J- Algorithme de module didactique conceptuel . .
(*ROUSSE*) 73

SOMMAIRE

Ce rapport technique représente le premier rapport d'étape, pour la période de démarrage du projet - de janvier à mai 1983 - et réalisé par le chercheur en charge de coordonner le travail théorique des divers membres de l'équipe de rercherche (ingénieur, informaticien, documentaliste et responsable du milieu).

En plus, d'un exposé succinct des opérations couvertes, il comporte une présentation détaillée du modèle didactique utilisé pour développer le matériel expérimental visant à faciliter l'apprentissage de concepts abstraits chez des étudiants du secteur professionnel.

Il couvre l'ensemble des aspects théoriques et didactiques liés à un tel projet d'amélioration de l'enseignement de concepts.

* * * * *

INTRODUCTION

Dans ce rapport, on présentera, entre autres choses, les fondements didactiques théoriques devant assurer la pertinence de la recherche menée par notre équipe pluri-disciplinaire.

Cela représente un certain défi, à plusieurs titres:

a) *la problématique découlant tant des caractéristiques de la CLIENTELE - étudiants de l'actuel secteur "professionnel court" -, de celles de l'ENCADREMENT PEDAGOGIQUE - enseignants ayant une formation académique et pédagogique minimale - et des IMPERATIFS DE FORMATION du domaine - l'équipement motorisé - imposait des contraintes très strictes quant au choix des modèles théoriques applicables (1);*

b) *la présentation des fondements théoriques doit être succincte - compte tenu de la place impartie -, accesibles à tous les partenaires impliqués dans la recherche - y compris ceux du milieu scolaire concerné - et néanmoins rigoureuse - à cause de l'importance des facteurs touchés et du peu de diffusion dont ils ont bénéficié jusqu'à présent, surtout dans le milieu scolaire.*

Par ailleurs, le présent chapître devra rendre compte des diverses autres tâches relevant de la responsabilité de l'auteur dans le projet:

a) *la formation théorique et didactique des membres de l'équipe et la sensibilisation des enseignants attachés au projet;*

---

(1)- voir le document SUBVPROB - "Problematique du Projet P.P.M.E.P.", B.F.ROUSSE, 15/02/83

b) la coordination technique des travaux et recherches des autres membres de l'équipe - Ingénieur, Informaticien, Recherchiste et Représentant du milieu;

c) élaboration du modèle didactique tutoriel expérimental.

L'interconnexion complexe des tâches qui nous étaient imparties empêche la plausibilité d'une présentation chronologique. Nous avons donc choisi une organisation plus synthétique, devant permettre essentiellement au lecteur de faire plus facilement le lien entre les tâches des divers membres de l'équipe de recherche.

Celle-ci se présente ainsi:

a) la formation théorique des membres;

b) la coordination technique;

c) l'étude des fondements théoriques;

d) l'élaboration du modèle didactique.

LA FORMATION DIDACTIQUE DES MEMBRES DE L'EQUIPE

La première des tâches fondamentales qui revenait à l'auteur de ces lignes - en tant qu'unique chercheur à temps plein de l'équipe - était la formation didactique complémentaire, sur le plan théorique, technique et méthodologique, des personnes associées au projet - les quatre membres engagés de l'équipe (*Recherchiste, Ingénieur, Informaticien et Responsable du milieu*) et les quatre enseignants ayant accepté de participer à l'expérimentation projetée.

Aucun des membres de l'équipe de recherche ne possédait une formation didactique spécifique concernant l'apprentissage conceptuel. De plus, ni l'ingénieur, ni l'informaticien n'avaient de formation antérieure en pédagogie ou en une quelconque autre science de l'éducation. De façon plus spécifique, aucun des collaborateurs associés au projet n'avaient de connaissance préalable des théories de l'apprentissage sur lesquelles se fonde le projet, ni des méthodes et techniques qui leurs sont liées et qui sont pertinentes à l'accomplissement de leurs tahes respectives au sein du projet.

Il s'agissait donc, considérant le peu de temps dont nous disposions pour cette première phase du projet (*4 mois*), de tenter de mener de front cette formation avec les recherches théoriques et bibliographiques qui s'imposaient pour garantir les fondements scientifiques du projet. Il n'était pas pensable de pouvoir assurer à chacun et chacune une formation exhaustive sur les théories d'apprentissage, les typologies, l'analyse hiérarchique des tâches d'apprentissage, l'apprentissage conceptuel ou l'analyse conceptuelle, mais plutôt de fournir à chacun et chacune, en fonction de ses besoins particuliers - liés aux tâches spécifiques à accomplir et aux connaissances préalables - l'information, les connaissances et les habiletés qui leurs étaient essentielles dans le cadre du projet.

Les procédures choisies pour cela furent les suivantes:

a) rencontres hebdomadaires, en groupe et individuelles, faisant l'objet d'exposés, de discussions et d'explications sur les points théoriques, techniques et méthodologiques les plus importants liés au projet;

b) sélection des documents à lire ou à étudier, en fonction de leur pertinence au travail de chacun, au fur et à mesure de leur disponibilité et de leur dépouillement;

c) traduction de plusieurs documents fondamentaux (2), afin d'en permettre un accès facile à tous les membres de l'équipe (3);

d) réalisation de synthèses et de documents sur les sujets principaux liés à l'aspect théorique et didactique du projet (4);

e) rencontres de sensibilisation individuelles et de groupe avec les enseignants assignés au projet, en vue de les aider à prendre conscience des implications didactiques de l'apprentissage conceptuel.

Nous ne pensons pas que la formation assumée jusqu'à maintenant puisse-t-être considérée comme complète et pleinement satisfaisante. Un gros effort reste à faire dans certains domaines spécifiques, et de façon toute particulière dans celui de l'analyse conceptuelle et de l'analyse des hiérarchies d'apprentissage: ces deux points, tout en demeurant les moins développés dans la littérature théorique et de recherche - et sans doute à cause de cela -, sont très importants (*5*).

---

(2)- voir liste des traductions en annexe;
(3)- plusieurs membres de l'équipe auraient de la difficulté à lire avec le profit souhaité les documents originaux en américain et l'un d'eux ne connaît pas du tout l'anglais;
(4)- voir liste des travaux en annexe;
(5)- cf. Etude des fondements théoriques;

Toutefois, la maîtrise déjà acquise par la plupart des membres de l'équipe sur la plupart des points de formation - ainsi qu'ils ont pu le démontrer lors des rencontres avec les enseignants du milieu et des deux présentations faites aux représentants du M.E.Q. - constitue un résultat encourageant, qui témoigne, de plus, de la rapidité d'acquisition rendue possible par un travail incessant, un esprit d'équipe fort et une motivation vigoureuse.

* * * * *

LA COORDINATION TECHNIQUE DES ACTIVITES DE RECHERCHE

La seconde, et non la moindre, des activités dont nous avions à assumer la responsabilité, sous la supervision du responsable universitaire du projet - et avec son soutien et son encouragement constant - est identifiée comme celle de coordination technique.

Les tâches spécifiques liées à cette fonction de coordination peuvent se regrouper de la façon suivante:

a) réajustement et vérification périodique détaillée de l'échéancier général de l'équipe et des cheminements critiques de chaque membre de l'équipe;

b) rencontres individuelles ou en sous-groupes des membres de l'équipe, afin d'assurer l'échange d'informations pertinentes entre les divers domaines d'activités conjointes;

c) entretiens fréquents avec le responsable du projet, afin d'établir les stratégies de fonctionnement, de définir les méthodologies de recherche et de régler les questions administratives touchant l'équipe.

Les points "*a*" et "*c*" recouvrent en quelque sorte les attributs classiques d'un "*contremaître*" ou d'un "*chef de travaux*": en conséquence, nous ne les détaillerons pas. Par contre, le point "*b*" mérite une attention particulière, vue

son importance, en termes de soutien, dans une équipe de recherche pluri-disciplinaire comme la nôtre.

L'action à mener sur ce point est, en effet, spécifique à chaque membre de l'équipe, en considération de sa tâche particulière de recherche et de sa spécialité.

RECHERCHISTE-DOCUMENTALISTE:

Les tâches principales à coordonner avec la recherchiste-documentaliste étaient les suivantes:

a) la détermination des critères de recherche documentaire - bibliothèques, banques informatisées et domaines spécifiques pertinents;

b) l'élaboration des procédures de stockage - fichiers de cartes, micro-ordinateur, photocopies, acquisitions - et de classification de l'information - sujets, domaines d'utilité, etc..;

c) la sélection des documents de base et leur attribution en fonction des domaines pertinents à la tâche de chacun.

INGENIEUR:

C'est avec l'ingénieur que les problèmes de coordination se sont avérés les plus complexes, du fait de la nécessité préalable d'analyse des besoins du milieu - par le biais d'une enquête - et d'analyse des programmes, avant de passer à l'étape fondamentale de l'analyse des concepts de base sélectionnés pour l'expérimentation.

Cette première étape d'analyse a abouti de façon satisfaisante, mais un travail considérable de soutien et de coordination technique reste encore à faire, en ce qui concerne cette étape difficile et fondamentale de l'analyse conceptuelle et de l'élaboration des hiérarchies conceptuelles. Notre préoccupation majeure, sur ce plan, est liée à la nécessité de vérifier et d'assurer l'adéquacité des analyses brutes à faire, ainsi que leur harmonisation avec la dimension didactique.

INFORMATICIEN:

Le développement du système informatisé - devant permettre à la fois la mise en oeuvre du modèle didactique proposé et son expérimentation - a nécessité une collaboration constante et de nombreuses discussions techniques et théoriques, afin d'établir les liens méthodologiques utiles

entre les disciplines informatiques et didactiques.

Cette première étape aura permis de clarifier et d'harmoniser l'ensemble des points théoriques et techniques qui se posaient - les résultats sur ce plan sont considérables et nous ont amenés à dépasser largement les objectifs initiaux liés au domaine.

Nous devons, toutefois, demeurer conscients du fait qu'un travail considérable reste à accomplir sur le plan de l'opérationnalisation des principes dégagés et retenus - ce travail est en cours et occupera une part importante de notre énergie, dans les mois à venir.

REPRESENTANT DU MILIEU:

En ce qui concerne le responsable représentant le milieu scolaire, notre effort de coordination a du^ se situer sur les points suivants:

a) la collaboration dans l'élaboration des questionnaires d'enquête destinés aux enseignants et aux étudiants concernés par le projet;

b) la coordination tri-partite avec l'ingénieur;

c) l'organisation des rencontres et des échanges entre l'équipe de recherche et les enseignants et les étudiants.

De façon générale, les résultats rencontrés sont très satisfaisants. Les échanges avec les enseignants participants furent spécialement fructueux, surtout en ce qui concerne la compréhension des points d'ordre théorique qui leur ont été présentés - d'autant plus que notre hypothèse de départ était notablement moins optimiste.

* * * * *

L'ETUDE DES FONDEMENTS THEORIQUES

La pertinence globale du projet repose prioritairement sur la validité et la rigueur des fondements théoriques de l'apprentissage de concepts abstraits, dont l'acquisition serait supposée nécessaire et "*pré-requise*" à l'atteinte des objectifs de formation définis en "***Equipement motorisé***".

Ceci suppose une réponse préalable à un certain nombre de questions fondamentales:

a) qu'entend-on réellement par "concept abstrait"?;

b) existe-t-il différents types caractérisés d'apprentissage et comment pouvons-nous situer les concepts par rapport à eux?;

c) y a-t-il des évidences d'une structure hiérarchique des apprentissages justifiant d'en classifier certains comme prérequis - ou co-requis - à d'autres?;

Ces réponses préalables étant connues, d'autres points théoriques restent à préciser, recouvrant l'aspect méthodologique de l'apprentissage conceptuel:

a) quelles sont les caractéistiques de l'apprentissage de concepts?;

b) quelles sont les procédures didactiques permettant d'assurer l'acquisition de concepts?;

c) sur quelles bases peut-on établir les liens entre les apprentissages de concepts et d'autres apprentissages associés?;

d) enfin, quels sont les problèmes qui demeurent, face à ce type d'apprentissage?

LE CONCEPT DE "*CONCEPT*".

Une grande confusion demeure, dans le monde de l'éducation, sur la notion de "*concept*", bien que les théories de l'apprentissage aient apporté des clarifications considérables sur ce point, surtout dans les vingt dernières années et notamment dans la lignée d'AUSUBEL (1965) et des théories cognitives.

Un assez grand nombre d'auteurs (*10*) ont contribué à la clarification de cette notion, dont l'importance est justifiée par l'agréement très largement partagé des éducateurs au sujet de la place prédominante des apprentissages de concepts dans l'acquisition des connaissances humaines.

---

(10)- notamment GAGNE (1977, etc..), THIAGARAJAN (1973,1975), TIEMANN & MARKLE(1971, etc..) et d'autres;

Les caractéristiques qui ressortent de ces diverses contributions sont les suivantes (*11*):

a) le terme "concept" désigne une CLASSE d'objets ou d'entités;

b) les instances de cette classe - ou ensemble - sont caractérisés par un certain nombre de propriétés communes à tous les membres de la classe - les ATTRIBUTS CRITIQUES;

c) ces instances possèdent également certaines propriétés, variant suivant des DIMENSIONS définies d'un membre à l'autre de la classe - les ATTRIBUTS VARIABLES.

Sur un plan didactique, le terme de "*concept*" ne peut donc s'appliquer qu'à une telle "*classe*", présentant un nombre suffisant d'instances différenciées (*12*) - c'est-à-dire ayant un certain éventail de dimensions des attributs variables.

Les entités spécifiques uniques (*12*) sont désignées comme DISCRIMINATIONS (*Gagné, 1977*).

---

(11)- voir documents de travail pour plus de détails (ROUSSE, 1983);

(12)- alors que, théoriquement, une classe ou un ensemble pourrait n'avoir qu'un seul membre, ou uniquement des membres identiques (absence d'attributs variables), voire même représenter un "ensemble vide";

CONCEPTS ASSOCIES.

Les concepts qui doivent être acquis dans un domaine donné sont rarement isolés ou uniques. De nombreux concepts "*voisins*" - ayant en commun un certain nombre de leurs attributs critiques, mais non tous - entraînent de fréquentes confusions chez les apprenants - i.e. "***masse***" et "*poids*", "*direction*" et "*sens*". On désigne de tels concepts sous le terme de "*concepts associés*", afin de souligner le fait qu'ils devraient être appris de façon conjointe pour assurer leur distinction correcte.

SUR-CLASSES ET SOUS-CLASSES DE CONCEPTS.

Il arrive le plus souvent que les concepts soient eux-mêmes formés à partir de concepts composants. On appelle SOUS-CLASSES du concept ces concepts composants.

De façon identique, on désigne comme SUR-CLASSES du concept les concepts de complexité supérieure dont il représente une instance - i.e. le concept "***mammifère***" est une sur-classe du concept "*bovin*" ou "*chien*".

CONCEPTS DE BASE.

Sur le plan didactique, il est important de pouvoir identifier les concepts dont aucune des instances ne peut être considérée elle-même comme sous-classe de concept (*13*). On nomme "*concepts de base*" de tels concepts.

CONCEPTS CONCRETS ET CONCEPTS DEFINIS.

Gagné (1977) fait la distinction suivante entre ce qu'il appelle les "*concepts concrets*" et les "*concepts définis*":

a) un concept "concret" en est un qui peut être acquis par "simple observation" - de ce fait, il s'agit très généralement de concepts représentant des classes d'objets;

b) un concept "défini", par contre, en est un qui doit être acquis "par définition" - il s'agit très généralement de concepts dits abstraits ou impliquant des relations.

Il ressort de ceci que les concepts dits "*abstraits*" - ceux dont l'apprentissage pose le plus souvent problème - devraient être considérés comme des "*concepts définis*".

(13)- cf. plus loin la raison de ceci (structure hiérarchique);

Cependant, il convient de souligner qu'en réalité la distinction entre "*concepts concrets*" et "*concepts définis*" n'a de sens que sur le plan didactique. En effet, tout concept, quel qu'il soit, est "*défini*" - dans le sens où il peut être représenté par une "*définition*". Le fait que certains concepts puissent être acquis, de façon relativement adéquate, par simple observation des instances de celui-ci, n'implique nullement qu'ils ne puissent également acquis sous forme définie - généralement à un niveau supérieur d'apprentissage.

LA STRUCTURE TYPOLOGIQUE DE L'APPRENTISSAGE.

Depuis les travaux de Mager (*MAGER, 1965*) et d'autres, l'idée de la distinction entre divers TYPES d'apprentissage est devenue relativement connue et acceptée dans le monde de l'éducation.

Cette première classification comportait les trois domaines suivants:

a) le domaine AFFECTIF;

b) le domaine PSYCHOMOTEUR;

c) le domaine COGNITIF.

De plus, des "*taxonomies*" furent développées, par Mager en ce qui concerne le domaine cognitif et par Krathwohll et al. en ce qui concerne les domaines affectifs et psychomoteurs. Ces taxonomies ont démontré une certaine utilité pour l'élaboration des objectifs pédagogiques d'apprentissage. Toutefois, leurs structures logiques se fondaient bien plus sur des postulats intuitifs que sur des bases théoriques rigoureuses (*14*).

Gagnè (*GAGNE,1977*) offre une typologie comportant cinq domaines, plus rigoureuse sur le plan cognitif - couvrant ses domaines des HABILETES INTELLECTUELLES et des STRATEGIES COGNITIVES (*15*). Les habiletés intellectuelles sont elles-mêmes, selon Gagné, divisées en cinq types spécifiques:

a) les DISCRIMINATIONS;

b) les CONCEPTS CONCRETS;

c) les CONCEPTS DEFINIS;

d) les REGLES (et principes);

e) les SOLUTIONS DE PROBLEME.

---

(14)- cf. plus loin, la structure hiérarchique de l'apprentissage;
(15)- pour de plus amples détails, voir documents de travail sur les typologies d'apprentissage (ROUSSE,83);

D'autres types d'apprentissage cognitifs sont pris en compte également par Gagné, bien que non-inclus explicitement dans sa typologie - il les nomme APPRENTISSAGES DE BASE et ils correspondent à une partie de ce que les théories béhavioristes de l'apprentissage couvraient presqu'exclusivement (*associations, pairage S-R, conditionnement*) (*16*).

Enfin, la typologie proposée par Tiemann & Markle (*TIEMANN & MARKLE, 1977*), présentée comme un raffinement de Mager, considère quatre domaines d'appentissage (*17*):

a) le domaine EMOTIF;

b) le domaine PSYCHOMOTEUR;

c) le domaine COGNITIF SIMPLE;

d) le domaine COGNITIF COMPLEXE.

Cette dernière typologie présente une convergence théorique positive avec celle de Gagné, en s'appuyant comme elle sur les données récentes de la recherche en psychologie de l'apprentissage. de plus, sa présentation en continuité de celle de Mager la rend plus facilement accessible aux praticiens de l'éducation.

---

(16)- les considérations impliquées par ce point dépassent largement ce qui en est dit ici, mais débordent notre propos;
(17)- cf. annexe A - la typologie de Tiemann & Markle;

Elle offre néanmoins, de façon explicite, des dimensions d'importance considérable, non présentes chez Mager et implicites (*18*) chez Gagné:

a) la présence, sous-jacente à tout type d'apprentissage, du domaine "émotif";

b) la hiérarchisation des types d'apprentissage à l'intérieur de chacun des trois autres domaines - "psychomoteur", "cognitif simple" et "cognitif complexe";

c) les liens d'association entre les domaines d'apprentissage.

LA STRUCTURE HIERARCHIQUE DE L'APPRENTISSAGE. (*19*)

Un autre point théorique important en ce qui concerne l'apprentissage de concept - et explicité par la typologie précédente - est le fait qu'il y a HIERARCHISATION et CUMULUTATIVITE des apprentissages. Les notions de "*hiérarchisation*" et de "*cumulativité*" de l'apprentissage remontent à Ausubel (*AUSUBEL, 1965*) et ont reçu une validation empirique croissante, jusqu'aux travaux récents de Gagné et des chercheurs oeuvrant dans le cadre de sa théorie cognitive.

(18)- quoique limitée au domaine cognitif;
(19)- cf. Annexe B;

Les implications didactiques et pédagogiques de ces principes théoriques de l'apprentissage sont considérables, notamment en ce qui concerne l'apprentissage de type conceptuel:

a) le fait que les concepts se situent au plus bas niveau des apprentissages cognitifs complexes implique qu'aucun apprentissage de niveau supérieur - régles ou solutions de problème - ne peut théoriquement se faire sans une acquisition préalable des concepts composants de ceux-ci - chaque niveau inférieur devenant ainsi prérequis au niveau immédiatement supérieur;

b) l'acquisition de concepts est elle-même dépendante, dans une large mesure, des habiletés prérequises liées aux apprentissages cognitifs simples - discriminations, associations, séquences, etc..;

c) le transfert d'apprentissage d'un domaine à un autre est impliqué par le principe de cumulativité et ce fait justifie la nécessité d'analyse des apprentissages associés - i.e. la démonstration de maîtrise d'un apprentissage de type conceptuel requiert le plus souvent celle d'habiletés psychomotrices associées (écrire, dessiner, prononcer intelligiblement).

* * * * *

LES CARACTERISTIQUES DE L'APPRENTISSAGE CONCEPTUEL.

A l'instar de Tiemmann & Markle, nous utiliserons la terminologie d'"*apprentissage conceptuel*" (*20*) pour référer à la spécificité didactique de ce type d'apprentissage touchant les concepts: les concepts ne constituent pas seulement un contenu spécifique d'apprentissage, ils impliquent également une démarche spécifique d'apprentissage (*21*).

Les recherches des vingt dernières années en psychologie de l'apprentissage ont permis de préciser les caractéristiques de l'APPRENTISSAGE CONCEPTUEL, notamment avec les travaux de Gagné (1965-1977).

L'acquisition d'un concept peut être vue théoriquement comme l'INDUCTION (*22*) d'une REGLE DE CLASSIFICATION.

Sur le plan de l'apprentissage, cela implique le développement de deux types d'HABILETES INTELLECTUELLES - selon la terminologie de Gagné:

a) l'habileté de DISCRIMINATION;

b) l'habileté de GENERALISATION.

---

(20)- cf. Annexe C
(21)- voir plus loin: procédures didactiques;
(22)- du latin "inductus" - qui a été conduit - (en logique): raisonnement qui va du particulier au général (Larousse)

Selon la théorie cognitive de Gagné (1977) et la typologie des types d'habiletés intellectuelles qu'il propose, les "*discriminations*" sont un type d'apprentissage spécifique de niveau inférieur à l'apprentissage conceptuel, donc pré-requis à celui-ci. La spécificité de l'apprentissage conceptuel réside dans la combinaison des deux types d'habiletés citées.

L'HABILETE DE DISCRIMINATION CONCEPTUELLE.

Elle se traduit par la capacité de distinguer explicitement des instances et des non-instances d'un concept.

Elle ne diffère pas de la discrimination non-conceptuelle, sauf en ce qui concerne le champ d'application: elle s'applique à l'ensemble de toutes les instances et non-instances du concept - la règle de classification - plutôt qu'à une paire spécifique d'instances - i.e. la discrimination entre un "*p*" et un "*q*" - ou qu'à un ensemble d'entités impliquant des discriminations multiples - i.e. *"b", "d", "p", "q" et "g"*. Lorsqu'une acquisition conceptuelle n'est pas en jeu, nous pouvons parler simplement de discrimination "*perceptuelle*", afin d'éviter toute confusion.

L'HABILETE DE GENERALISATION CONCEPTUELLE.

Il s'agit explicitemnt de ce qu'on désigne souvent comme processus d'induction psychologique. L'habileté de généralisation conceptuelle consiste en la capacité d'appliquer la règle de classification du concept à toute instance NOUVELLE du concept à acquérir - c'est-à-dire à toute instance du concept qui n'a pas été explicitement apprise (*ou mémorisée*) préalablement, lors d'un apprentissage formel ou incident.

L'APPRENTISSAGE CONCEPTUEL ET LA MEMORISATION.

Il y a deux raisons fondamentales pour clarifier la différenciation entre apprentissage conceptuel et mémorisation - ou apprentissage d'information verbale:

a) les processus d'induction impliqués par l'apprentissage conceptuel et pré-requis aux apprentissages heuristiques d'application de règles et de solution de problèmes ne peuvent absolument pas être acquis et développés par mémorisation;

b) l'apprentissage conceptuel n'exclut pas, toutefois, la mémorisation.

Ce dernier point mérite d'être explicité, car il est la source du plus grand nombre de confusions, tant théoriques que pratiques.

L'avantage heuristique majeur de l'apprentissage conceptuel réside dans le fait qu'il permet, grâce à la capacité de généralisation, d'éviter d'avoir à mémoriser toutes les instances d'une classe d'entités (*23*). La maîtrise du concept et son application dans des situations nouvelles requiert néanmoins une part de mémorisation, à savoir celle de la représentation du concept - sa définition opérationnelle ou la liste de ses attributs critiques et variables, ainsi que leurs dimensions. Cette représentation mémorisée sert d'INDICES pour la reconnaissance des exemples et des non-exemples du concept, de façon indispensable. Ainsi, l'apprentissage conceptuel n'élimine nullement la nécessité de mémorisation, mais présente un potentiel d'efficacité heuristique nettement supérieur à la seule mémorisation "*par coeur*", à cause des deux facteurs suivants:

a) une économie considérable d'éléments à mettre en mémoire;

b) une structuration des éléments mémorisés - les indices associés au nom du concpet - permettant un rappel plus efficace.

(23)- le stockage en mémoire de toutes les instances permettrait assurément l'utilisation adéquate du concept ...;

LES PROCEDURES DIDACTIQUES D'APPRENTISSAGE CONCEPTUEL.

Malgré les nombreuses confusions qui ont eu et continuent à avoir cours, l'apprentissage de concepts, la conceptualisation ou la "*construction de concept*" ont toujours été asossiés aux notions de compréhension, de raisonnement et d'induction. Cependant, ce n'est qu'avec Gagné et les autres chercheurs oeuvrant dans la ligne d'Ausubel (*AUSUBEL, 1965*) que la notion d'apprentissage de concepts a pu devenir opérationnelle.

La pratique didactique courante concernant l'acquisition de concept consiste encore à présenter et faire "*mémoriser*" une définition du concept à acquérir. Ceci n'a rien à voir avec un réel apprentissage "*conceptuel*", mais plutôt avec l'apprentissage "*par coeur*". Le type d'apprentissage fourni correspond, en fait, à de l'INFORMATION VERBALE (*GAGNE, 1977*) ou à un apprentissage de CHAINES VERBALES (*TIEMANN & MARKLE, 1977*). Des rétro-informations estudiantines du genre - "*je ne comprends pas..! ...je ne sais pas ce que ça signifie.!*" - sont typiques de ce mode de pseudo-apprentissage conceptuel et devraient, selon Tiemmann & Markle notamment, être pris comme un indice certain, non de la carence de potentialités de l'étudiant, mais d'une carence didactique.

Un phénomène similaire apparaît sur le plan de l'évaluation de l'apprentissage conceptuel, lié lui aussi à cette confusion entre "*conceptualisation*" et "*mémorisation*". Un examen, même sommaire, de la plupart des questionnaires d'évaluation touchant l'acquisition de concepts permet de constater qu'ils se limitent à faire "*énoncer*" une connaissance mémorisée. Une telle pratique ne permet pas de tester la compréhension ou l'acquisition d'un concept: cela ne peut être fait que par la "*démonstration*" de la maîtrise du concept, dans des situations nouvelles.

Le fait, tendant à devenir de plus en plus fréquent dans la pratique d'enseignement, que l'une ou l'autre de ces phases - la phase didactique et la phase évaluative - soit menée adéquatement ne résout pas le problème de l'apprentissage conceptuel, tant qu'elles ne le sont pas l'une ET l'autre.

Les travaux de Tiemmann & Markle (*24*), de Thiagarajan (*25*) et de Tennyson (*26*) ont apporté une contribution fondamentale dans le domaine, tant en ce qui concerne la didactique de l'apprentissage conceptuel que son évaluation.

---

(24)- cf. TIEMANN & MARKLE, 1977;
(25)- cf. THIAGARAJAN, 1972;
(26)- cf. TENNYSON, 1978;

PROCEDURES DIDACTIQUES PROPREMENT DITES:

Sur le plan didactique, l'apprentissage conceptuel peut être caractérisé par les trois types de procédures suivantes, correspondant aux trois composantes théoriques vues plus haut (*27*):

a) la présentation d'une DEFINITION opérationnelle du concept, explicitant les attributs critiques et les attributs variables du concept, ainsi que les dimensions de ceux-ci;

b) la présentation d'une SERIE RATIONNELLE (28) d'exemples explicites du concept;

c) la présentation d'une SERIE RATIONNELLE de non-exemples du concept.

---

(27)- la discrimination, la généralisation et la mémorisation des indices conceptuels;
(28)- voir la définition plus loin; cf. Annexe D;

PROCEDURES D'EVALUATION:

Sur le plan de l'EVALUATION, la démonstration d'acquisition d'un concept ne requiert pas la démonstration de la mémorisation des indices conceptuels - par l'énoncé de sa définition, par exemple - pour les deux raisons fondamentales suivantes:

a) l'énoncé de la définition du concept - ou de ses indices - ne démontre aucunement l'acquisition du concept, mais seulement la mémorisation de ce qui est énoncé;

b) la démonstration de l'acquistion du concept - telle que suggérée plus loin - implique "per se" la mémorisation des indices conceptuels.

Il n'y a donc aucun intérêt pour l'évaluation à faire énoncer ces indices, sous quelque forme que ce soit - c'est une perte de temps et sans doute cela ne peut même qu'introduire un élément de confusion, tant chez l'étudiant que chez l'évaluateur, concernant le niveau de maîtrise réel du concept. Ainsi, les procédures d'évaluation de l'acquisition d'un concept devraient comprendre les éléments suivants - et s'y limiter:

a) l'identification d'une série rationnelle d'exemples NOUVEAUX - c'est-à-dire non présentés lors de l'apprentissage;

b) l'identification d'une série rationnelle de non-exemples NOUVEAUX.

De plus, il est clair que les exemples et non-exemples des nouvelles séries rationnelles servant à l'évaluation doivent être présentés simultanément et en ordre aléatoire, afin d'en assurer l'efficience.

* * * * *

PROCEDURES DE DESIGN DE L'APPRENTISSAGE CONCEPTUEL.

La difficulté majeure liée à l'apprentissage conceptuel se situe au nivenu de l'élaboration du matériel didactique et d'évaluation le permettant de façon efficace.

En effet, c'est une chose - relativement facile et sans problème - d'appliquer les procédures didactiques et d'évaluation adéquates - telles qu'elles ont été définies plus tôt - mais c'en est une autre - relativemnt complexe - d'élaborer ce qu'elles requièrent - représentation du concept par une définition opérationnelle, identification des attributs critiques, des attributs variables et de leurs dimensions, construction des séries rationnelles d'exemples et de non-exemples.

Bien que, sur un plan théorique, les procédures associées à ces diverses opérations soient aisées à comprendre, elles demeurent relativement inaccessibles, dans la pratique, à une grande majorité d'enseignants, pour les raisons suivantes:

a) leur développement implique beaucoup de temps - beaucoup plus, en tout cas, que celui dont dispose même l'éducateur le plus zélé;

b) elles requièrent un niveau de connaissance disciplinaire dépassant notablement celui qu'ont généralement les enseignants du domaine (29) et que seul un expert peut posséder.

L'analyse des concepts constitue le point crucial et critique du design d'apprentissage conceptuel, non seulement parce que sa complexité requiert le travail d'un expert diciplinaire - et le plus souvent de plusieurs (*30*) -, mais surtout parce qu'une analyse rigoureuse est un pré-requis indispensable, tant à la génération des séries rationnelles d'exemples et non-exemples du concept qu'à la détermination de sa définition opérationnelle.

L'ANALYSE CONCEPTUELLE (*31*).

Peu d'auteurs ont abordé le sujet de l'analyse de concept au-delà d'une approche intuitive ou philosophique. Les seuls apports scientifiques ou opérationnels trouvés le furent chez un nombre très restreint de chercheurs (*32*).

(29)- ce niveau gagnerait, dans bien des cas, à être plus élevé, mais il n'est pas sûr qu'il doive l'être au niveau requis ici;
(30)- nous avons constaté à quel point même des spécialistes d'un domaine pouvaient avoir de difficultés à s'accorder sur la définition de concepts élémentaires - i.e. "perpendiculaire", "direction" et "sens", etc..;
(31)- pour plus de détail, voir document de travail sur le sujet (ROUSSE,1983); cf. aussi Annexe E;
(32)- TIEMANN & MARKLE,1977; THIAGARAJAN & SEMMEL,1974; TENNYSON et al.,1978;

Sur un plan théorique, l'analyse conceptuelle désigne un concept simple: la décomposition d'un concept en ses facteurs de classification - ses attributs critiques, ses attibuts variables et leurs dimensions. Néanmoins, sur le plan pratique, les procédures d'analyse conceptuelle sont beaucoup plus problématiques, du fait même de la façon dont la plupart des concepts - même scientifiques - ont été ou sont "*construits*": cette construction, historiquement, a été généralement "*arbitraire*" - c'est-à-dire ne répondant à aucune règle de structuration prédéfinie -, "*cumulative et/ou évolutive*" - c'est-à-dire que la classe d'entités représentées par un concept se modifie dans le temps en fonction d'un contexte philosophique ou social, ou de l'accroissement des connaissances scientifiques. Cette situation complexe justifie la nécessité de faire appel à des spécialistes disciplinaires - voire à une équipe disciplinaire - pour effectuer les analyses conceptuelles avec une probabilité de pertinence suffisante. De plus, comme le souligne Tennyson, il apparaît important de dissocier explicitement les procédures d'analyse conceptuelle et de structuration hiérarchique de concepts associés, sur le plan disciplinaire et sur celui de l'apprentissage. En effet, sur le plan disciplinaire, il convient de ne pas oublier que le propos majeur de la construction de concepts et de leur organisation en sur-classes et sous-classes vise la structuration

rationnelle de la connaissance, au niveau le plus élevé. La structuration de l'apprentissage requiert des procédures et des cheminements différents, s'appuyant, non pas sur la structure disciplinaire de la connaissance à acquérir, mais sur les structures psychologiques de l'apprentissage.

Cette différenciation entre structure disciplinaire de la connaissance et structure didactique pour l'acquisition de cette connaissance amène souvent à un rejet de l'une au profit de l'autre (*33*) - suivant que l'on attaque le problème sous un angle pédagogique ou scientifique. Or, cela n'a aucune raison d'être, car d'une part l'apprentissage de connaissances n'a aucune utilité réelle s'il ne respecte pas les critères de rigueur scientifique et, d'autre part la transmission de connaissances rencontrant ces critères scientifiques constitue une perte de temps si elle ne peut atteindre l'efficacité d'apprentissage adéquate. De ce fait, l'étude de l'une et de l'autre de ces structures - disciplinaire et didactique - est également nécessaire.

(33)- ou à un choix exclusif de l'une au détriment de l'autre;

A ce sujet, il découle des travaux de Tennyson et de son équipe qu'elles doivent être menées de façon distincte et dans l'ordre suivant:

a) analyse de la structure disciplinaire adéquate - analyses de concepts, définition opérationnelle des concepts, structures hiérerchiques de classification des concepts associés, etc..;

b) structuration des procédures didactiques, en fonction des conditions d'apprentissage requises et de la structure disciplinaire pré-définie - définition didactique des concepts, hiérarchies d'apprentissage, association et champ d'exploration didactique des concepts, séries rationnelles, etc...

LA DEFINITION D'UN CONCEPT.

On appelle DEFINITION d'un concept la représentation verbale de la règle de classification de ce concept. Afin d'être cohérents avec les clarifications précédentes sur l'analyse de concept, nous distinguerons la DEFINITION OPERATIONNELLE - ou disciplinaire - et la DEFINITION DIDACTIQUE du concept:

a) la DEFINITION OPERATIONNELLE d'un concept découle directement de l'analyse conceptuelle et doit comprendre les éléments suivants:

- *le NOM spécifique de la classe du concept;*
- *l'indication du DOMAINE disciplinaire d'application du oncept;*
- *la mention de la SUR-CLASSE logique immédiate du concept (si elle existe);*

- *la liste des ATTRIBUTS CRITIQUES du concept;*

- *la liste des ATTRIBUTS VARIABLES du concept et de leurs DIMENSIONS.*

b) *la DEFINITION DIDACTIQUE d'un concept, elle, sera construite à partir de la définition opérationnelle du concept et devra comprendre les éléments suivants:*

- *le NOM du concept;*

- *la dénomination générique de la SUR-CLASSE adéquate du concept (selon le niveau d'apprentissage concerné);*

- *tous les ATTRIBUTS CRITIQUES du concept;*

- *les ATTRIBUTS VARIABLES et leurs DIMENSIONS pertinentes au niveau d'apprentissage et à la clientèle visée.*

L'ELABORATION DES SERIES RATIONNELLES (*34*).

On appelle SERIE RATIONNELLE d'un concept une double série d'EXEMPLES et de NON-EXEMPLES du concept respectant les principes théoriques pertinents à l'acquisition totale du concept:

a) *la GENERALISATION à toutes les dimensions retenues de variation des instances (exemples) du concept;*

b) *la DISCRIMINATION fine de toutes les catégories de non-instances proches du concept (non-exemples possèdant tous les attributs critiques du concept, sauf un seul);*

(34)- voir Annexe E;

La SERIE RATIONNELLE DIDACTIQUE et la SERIE RATIONNELLE D'EVALUATION doivent avoir une composition identique, mais les exemples et non-exemples de la dernière doivent être NOUVEAUX - c'est-à-dire ne pas avoir été utilisés lors de la présentation pour l'apprentissage.

Le principe d'élaboration des SERIES RATIONNELLES d'exemples et de non-exemples du concept est relativement simple, puisqu'il répond aux règles théoriques suivantes:

a) *chaque série rationnelle doit comporter, au minimum, UN EXEMPLE illustrant CHACUNE des dimensions des attributs variables du concept, et de façon optimale, un nombre d'exemples égal au produit du nombre de dimensions de chaque attribut variable: EXEMPLE - pour un concept possédant 3 attributs variables ayant respectivement "2", "3" et "2" dimensions, le nombre minimal d'exemples de la série rationnelle sera de 3 et le nombre optimal de 12 (= 2x3x2);*

b) *chaque série rationnelle doit également comporter un nombre de non-exemples équivalent au NOMBRE d'attributs critiques du concept, chacun d'eux étant caractérisé par l'ABSENCE d'un SEUL de ces attributs critiques: EXEMPLE - pour un concept possédant 4 attributs critiques, nous aurons 4 non-exemples, dans lesquels manque respectivement l'attribut critique "1", "2", "3" et "4";*

L'ANALYSE DES HIERARCHIES D'APPRENTISSAGE.

Il est important, comme déjà mentionné au sujet de l'ANALYSE CONCEPTUELLE, de ne pas confondre la HIERARCHIE D'APPRENTISSAGE avec la STRUCTURE DISCIPLINAIRE de hiérarchisation conceptuelle.

Une HIERARCHIE D'APPRENTISSAGE, telle qu'elle est définie par Gagné (*35*), désigne une STRUCTURE DIDACTIQUE, caractérisée par les facteurs suivants:

a) l'analyse des PRE-REQUIS à une tâche d'apprentissage donnée;

b) la détermination des TYPES spécifiques d'apprentissage correspondants;

c) l'identification des sous-tâches d'apprentissage CO-REQUISES ou ASSOCIEES.

Comme il en est des objectifs d'apprentissage, les hiérarchies d'apprentissage ne se limitent pas à des HIERARCHIES D'APPRENTISSAGE CONCEPTUEL. Les principes théoriques de détermination des pré-requis d'apprentissage se fondent sur les règles de hiérarchisation TYPOLOGIQUE de l'apprentissage - ainsi une tâche de SOLUTION DE PROBLEME a, obligatoirement pour PRE-REQUIS l'ensemble des REGLES et PRINCIPES

(35)- le principal chercheur en ayant promu les principes théoriques - cf. GAGNE,1977 et document de travail sur le sujet (ROUSSE,1983); cf. Annexe F et doc. travail;

pertinents à cette solution, ces règles et principes ayant eux-mêmes comme pré-requis nécessaires l'ensemble des CONCEPTS s'y rapportant, et ainsi de suite.

De plus, la quasi-totalité des tâches d'apprentissage - fussent-elles identifiées initialement comme exclusivement ou fondamentalement "*intellectuelles*", "*heuristiques*" ou "*psychomotrices*" - requièrent pour leur accomplissement adéquat d'autres types d'apprentissage ASSOCIES - ainsi, le simple fait d'avoir à démontrer, oralement ou par écrit, l'acquisition d'un concept exige d'un apprenant, indépendemment des connaissances linguistiques nécessaires, qu'il possède les habiletés psychomotrices adéquates, soit pour "*prononcer*" sa réponse, soit pour l'écrire. Des exemples d'association nécessaire de types multiples d'apprentissage - ou des habiletés en résultant pourraient se trouver également dans tous les domaines.

* * * * *

L'ELABORATION
DU MODELE DIDACTIQUE

Tenant compte des implications théoriques étudiées, des caractéristiques générales de la clientèle d'apprenants visée par le projet, autant que du contexte socio-éducatif prévalant, l'élaboration d'un MODELE DIDACTIQUE adéquat et efficace pour l'apprentissage de concepts technologiques soulevait un certain nombre de problèmes majeurs imposant certaines contraintes de développement.

LES CONTRAINTES DE DEVELOPPEMENT.

Elles étaient et demeurent nombreuses. Nous tenterons d'en dégager les caractéristiques principales et non d'en faire un exposé exhaustif.

CONTRAINTES CONJONCTURELLES:

Conjointement à la pénurie de temps dont nous disposions pour opérationaliser le projet - 4 mois - nous devions tenir compte de la conjoncture actuelle du M.E.Q. - tant sur un plan budgétaire que sur un plan d'orientation.

La conjoncture budgétaire impose des contraintes évidentes, tant au niveau du support de recherche que de l'équipement à envisager.

La conjoncture d'orientation, quand à elle, offre une perspective à la fois plus complexe et plus attrayante, qui peut se décrire dans les termes suivants:

a) les problèmes académiques de la clientèle du "professionnel court"ne sont pas nouveaux et devront trouver une solution proche, quel que soit le nouveau statut projeté pour celle-ci;

b) les attentes du marché du travail en terme de formation technique et l'implantation prochaine par le ministère d'une orientation technologique de la formation secondaire exigent que les solutions apportées dans le contexte de notre recherche soient convergents avec ces attentes et cette nouvelle orientation technologique;

c) dans la conjoncture économique actuelle, les solutions didactiques à considérer doivent être particulièrement d'un coût effectif, à moyen et long terme.

CONTRAINTES CONTEXTUELLES:

Nous y incluons à la fois les contraintes liées à la clientèle visée et celles liées à leur environnement éducatif:

a) les difficultés d'apprentissage des étudiants concernés, sur le plan théorique et notamment des concepts technologiques abstraits, dépendent largement de carences didactiques préalables - non imputables directement à leur formation présente - et sont fortement associées à des problèmes émotifs d'origines diverses - qui ne peuvent être directement pris en charge par le présent projet;

b) les carences de formation des enseignants des disciplines professionnelles, tant sur le plan fondamental de leur discipline, que sur le plan didactique et pédagogique;

c) la difficulté, sinon l'inexistence des rapports de collaboration entre les enseignants chargés de la formation académique générale de la clientèle visée et ceux chargés de leur formation professionnelle.

AUTRES CONTRAINTES:

Sur le plan théorique, les options didactiques offrant les critères de rigueur et d'efficacité adéquats pour l'apprentissage conceptuel se heurtent à de nombreuses idées reçues et encore largement véhiculées dans l'environnement éducatif - pas seulement chez les enseignants concernés directement, mais aussi parmi les cadres scolaires. De ceci résulte la nécessité d'une sensibilisation appropriée et délicate, à différents niveaux.

Enfin, sur le plan pratique, nous devons tenir compte d'un certain nombre de contraintes spécifiques, que nous pouvons regrouper ainsi:

a) la nécessité fondamentale de coordination des activités d'apprentissage théoriques - pris en charge plus spécifiquement par les objectifs du projet - et des activités pratiques qui leurs sont logiquement associées;

b) l'organisation physique de l'environnement pédagogique - dans l'état actuel, il arrive que des étudiants aient à se déplacer d'un bout à l'autre d'une "polyvalente" pour se rendre des ateliers aux locaux d'activités théoriques.

LES HYPOTHESES DE CHOIX.

Tenant compte des divers travaux préliminaires de recherche effectués, tant sur le plan théorique que dans le milieu (*36*), un certain nombre d'hypothèses de choix se sont soit dégagées, soit confirmées ou affirmées, aux niveaux suivants:

a) au niveau didactique;

b) au niveau médiatique;

c) au niveau logistique;

d) au niveau technologique.

L'HYPOTHESE DE CHOIX DIDACTIQUE:

L'ancrage souvent ancien des causes de difficultés d'apprentissage de notions théoriques - ou de concepts - et le lien évident entre les difficultés actuelles observées et des carences au niveau des connaissances pré-requises, indiquait clairement le choix d'un cadre théorique permettant d'expliciter ces phénomènes autrement qu'en en faisant porter le poids exclusivement à l'étudiant ou à ses capacités intrinsèques d'apprentissage.

(36)- voir le rapport d'enquête sur le milieu;

Il s'agit, bien certainement, d'un choix idéologique préalable, lequel est néanmoins non seulement scientifiquement plausible (*37*), mais également cohérent et indissociable de toute hypothèse de "*rémédiation*" de l'apprentissage.

Par ailleurs, l'identification, tant des causes profondes ou lointaines des difficultés d'apprentissage, que des carences spécifiques en terme de pré-requis d'apprentissage, implique l'utilisation d'un MODELE DIAGNOSTIQUE rigoureux et opérationnel.

Enfin, les implications didactiques découlant du problème touchent les deux conditions indispensables suivantes:

a) le MODELE DIDACTIQUE doit permettre, de façon rigoureuse et optimale, la CORRECTION SYSTEMATIQUE des carences d'apprentissages pré-requis;

b) l'approche didactique, pour tenir compte adéquatement des spécificites individuelles des carences diagnostiquées ne peut être que TUTORIELLE.

Gagné (1977) a pour sa part défini un CADRE THEORIQUE et les fondements d'un MODELE D'DACTIQUE permettant d'induire la cohérence et la pertinence de nos hypothèses de solution. Tiemman & Markle (1978) ont pour leur part expérimenté et validé un MODELE DIAGNOSTIQUE et une PROCEDURE DIDACTIQUE

(37)- tel qu'il ressort de l'évolution actuelle des théories psychologiques de l'apprentissage;

effectifs pour l'acquisition conceptuelle. Bien que ces modèles et ces procédures aient été principalement expérimentées et validées dans l'optique d'apprentissages nouveaux, plutôt que d'apprentissages "*correctifs*", nous pouvons assumer leur adaptabilité à ce dernier contexte, lequel correspond plus spécifiquement au cadre de la présente recherche.

L'HYPOTHESE DE CHOIX MEDIATIQUE:

Considérant, d'une part, la spécificité et l'impact considérable des difficultés d'apprentissage conceptuel identifiées (*36*), d'autre part le contexte de formation didactique du personnel d'encadrement et, enfin, la complexité relative et l'impact novateur du cadre théorique et du modèle didactique pertinent, une hypothèse méthodologique de solution du problème semblait s'imposer de façon évidente. En effet, les implications d'une formation supplémentaire adéquate des enseignants, leur permettant une utilisation efficace du modèle didactique et l'acquisition des habiletés à développer par eux-mêmes des unités d'apprentissage cohérentes à ce modèle, s'avèrent totalement irréalistes - au moins en termes de coûts et de temps raisonnable. De plus, l'investissement de temps et d'énergie, requis pour assurer à chaque étudiant un diagnostic adéquat et le support tutoriel en découlant, représente une tâche impossible à assumer

par un seul enseignant ayant la charge d'un groupe-classe - fusse-t-il un expert exceptionnel dans l'ensemble des domaines concernés par cette tâche.

Le choix d'une hypothèse de solution méthodologique - que confirme l'analyse précédente - exige ainsi les conditions suivantes:

a) l'utilisation d'un MEDIUM DIDACTIQUE - ou de plusieurs;

b) un moyen de procéder au diagnostic des carences de façon RIGOUREUSE, AUTOMATIQUE et INDIVIDUELLE;

c) l'accès direct par l'étudiant à des modules didactiques SPECIFIQUES aux besoins diagnostiqués;

d) la possibilité de tenir compte du RYTHME d'apprentissage de l'étudiant et des STRATEGIES d'apprentissage les plus appropriées.

Il est clair, dès lors que le médium répondant le mieux à l'ensemble de ces critères était le MICRO-ORDINATEUR.

L'HYPOTHESE DE CHOIX LOGISTIQUE:

Si l'ordinateur, en tant que médium didactique, semblait pouvoir répondre théoriquement aux critères pertinents d'une solution, il restait à vérifier si les LOGICIELS ou les MODES D'UTILISATION DIDACTIQUE courants de ce médium permettaient une solution opérationnelle effective.

Il est vite apparu que les modes classiques d'E.A.O. (*38*), notamment ceux de type tutoriel (*39*) - qu'ils soient à branchements ou non - ne pouvaient servir de support adéquat au modèle didactique requis.

L'hypothèse liée au choix de DEVELOPPEMENT d'un MODELE TUTORIEL INFORMATISE utilisant les techniques d'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE (*38*) découle logiquement de ces constatations.

L'HYPOTHESE DE CHOIX TECHNOLOGIQUE:

Enfin, l'analyse préalable des contenus disciplinaires liés aux carences d'apprentissage a confirmé - voire renforcé considérablement - l'exigence d'une ANALYSE SCIENTIFIQUE des concepts concernés par un spécialiste disciplinaire (*40*).

Les difficultés de cette analyse suggèrent même comme choix d'hypothèse technologique que cette tâche spécifique doive être menée conjointement par plusieurs technologues des domaines disciplinaires touchés.

* * * * *

(38)- Enseignement Assisté par Ordinateur - cf. chap. sur le modèle informatique;
(39)- selon la classification reprise par GAGNE(1981);
(40)- cf. chap. sur l'analyse technologique;

LA STRUCTURATION DU MODELE PROPOSE

La possibilité formelle de développement d'un LOGICIEL d'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE permettant de respecter les implications théoriques, didactiques, diagnostiques, de manière tutorielle exigeait une structuration rigoureuse et très détaillée du MODELE DIDACTIQUE à informatiser.

Cette structuration demandait d'être réalisée en plusieurs étapes et en interrelation constante avec l'informaticien, afin de vérifier la faisabilité de chaque élément du modèle et de préciser les points d'investigation majeurs. Ces points majeurs devaient déboucher sur un certain nombre d'UNITES spécifiques, qui seront gérées par le logiciel d'I.A. (*41*):

a) l'unite didactique à proprement parler;

b) l'unité diagnostique;

c) l'unité d'initialisation;

d) l'unité de finalisation;

e) les unités de contenu;

f) l'unité de gestion tutorielle;

g) diverses unités de communication (i.e. orale, graphique, scripto-verbale, etc..).

(41)- Intelligence Artificielle - cf. rapport spécifique;

On verra plus loin les implications non-informatiques de ces unités, mais il convient préalablement d'expliciter les étapes qui ont précédé.

L'ELABORATION D'UN META-ALGORITHME DIDACTIQUE.

Bien que le logiciel d'I.A. envisagé ne puisse absolument pas être réduit à une procédure algorithmique - c'est-à-dire séquentielle et linéaire (*42*) - il était nécessaire de formaliser une procédure didactique globale, tenant compte des multiples implications théoriques issues de la recherche récente sur l'acquisition conceptuelle.

Plusieurs algorithmes ont été développés, en vue de formaliser les procédures d'apprentissage conceptuel, notamment par Gagné (1981) et Tennyson et al. (1982), qui sont d'ailleurs reliés à une médiatisation tutorielle informatisée.

L'algorithme de Gagné - bien qu'il ait été développé en fonction d'une approche d'E.A.O. branchée classique - présente l'avantage de tenir compte des CONDITIONS et des EVENEMENTS d'apprentissage pertinents à l'APPRENTISSAGE CONCEPTUEL (*43*). Il est pourtant insuffisant, puisqu'il ne

(42)- à cause de la nécessité d'adaptabilité aux besoins spécifiques non-prédéfinis des étudiants;
(43)- cf. Annexe G;

prend pas en compte les implications relevant des travaux conjoints de Tiemann et Markle (1977) - notamment les PROCEDURES DE PRESENTATION des exemples et des non-exemples, la SELECTION de ceux-ci en fonction de SERIES RATIONNELLES, les REGLES DE DIAGNOSTIC des ERREURS-TYPES et les PROCESSUS CORRECTIFS spécifiques.

De leur côté, les deux algorithmes de Tennyson *(44)*, qui définissent respectivement une procédure d'E.A.O. basé sur un "*système d'enseignement à réponses sensibles*" *(S.E.R.S.)(45)* et une procédure spécifique d'apprentissage conceptuel, ne sont pas directement applicables pour notre modèle, pour les raisons suivantes:

a) le premier - l'algorithme général - tient compte d'un certain nombre des événements didactiques définis par Gagné (46) pour l'apprentissage conceptuel, mais non de tous (5 au lieu de 9);

b) le second - l'algorithme conceptuel - ne différencie pas les phases d'apprentissage conceptuel et de vérification et ne tient explicitement compte ni des séries rationnelles, ni des pré-requis et des procédures de diagnostique des erreurs-types;

c) les deux algorithmes ne sont pas directement compatibles ou associables de façon modulaire.

(44)- cf. Annexe H;
(45)- en américain: R.S.I.S. - Response Sensitive Instructional System;
(46)- cf. Annexe I;

L'algorithme proposé, quant à lui, constitue une tentative de raffinement et de combinaison des trois algorithmes précédents, des implications du modèle implicite de Tiemann & Markle et des lignes directrices de design d'E.A.O. définies par Gagné (1981)(*46*), visant à optimiser les divers apports théoriques et empiriques de la recherche récente et permettant une insertion modulaire dans un système d'I.A. La dénomination de "*méta-algorithme*" suggérée est pour indiquer qu'il ne s'agit pas d'une structure de procédure séquentielle isolée et auto-suffisante, mais plutôt d'une super-stucture organisationnelle des autres unités modulaires du système - ce méta-algorithme étant lui-même une unité spécifique du système.

Ce META-ALGORITHME DIDACTIQUE (*47*) comportera les composantes séquentielles suivantes:

a) les NEUF types d'EVENEMENTS DIDACTIQUES définis par Gagné pour l'apprentissage conceptuel;

(47)- l'Annexe J est l'algorithme correspondant au mode d'apprentissage conceptuel optimal, d'après les résultats expérimentaux de Tiemman & Markle;

b) la méta-procédure complète de PRESENTATION DIDACTIQUE d'un concept résultant des travaux de Tiemann & Markle et tenant compte des divers MODES de présentation définis expérimentalement:

- avec ou sans présentation, initiale ou finale, d'une DEFINITION, soit simplifiée ou courante, soit exhaustive ou scientifique;

- avec ou sans présentation systématique d'exemples ou de non-exemples, appariés ou non.

c) la méta-procédure générale de DIAGNOSTIC des TYPES D'ERREURS CONCEPTUELLES - la SOUS-GENERALISATION, la SUR-GENERALISATION et la CONFUSION - ainsi que ses domaines d'utilisation:

- au niveau de l'apprentissage;

- au niveau de l'évaluation de maîtrise;

- au niveau des carences dans les pré-requis.

d) la méta-procédure CORRECTIVE, définissant les règles de procédure corrective en fonction des hypothèses diagnostiques liées aux types d'erreurs et à leur fréquence et tenant compte d'erreurs non-conceptuelles comme:

- les erreurs d'attention;

- les carences de motivation, etc..

e) la méta-procédure d'EVALUATION de la MAITRISE CONCEPTUELLE.

LA CONCEPTUALISATION D'UN TUTEUR CONCEPTUEL "*PARFAIT*" FICTIF.

Une étape suivante de la structuration du modèle didactique a consisté en la réalisation d'un scénario faisant appel à la SCIENCE-FICTION (*48*). Cette procédure - peu orthodoxe sans doute - a permis de faciliter grandement une communication constructive entre les niveaux didactique et informatique.

Cette démarche particulière visait et a favorisé effectivement les objectifs suivants:

a) prendre un maximum de distance par rapport aux contraintes informatiques du modèle;

b) éviter les contraintes conceptuelles liées aux possibilités actuelles de la technologie micro-informatique;

c) formaliser les potentialités idéales d'un système tutoriel d'apprentissage conceptuel pouvant servir de modèle téléologique de référence;

d) assurer un processus de communication globale et en profondeur entre le didacticien et l'informaticien.

(48)- "Socratix-12 ou l'Informatuteur d'Heuriskon", - cf. index des productions;

DETERMINATION DES UNITES MODULAIRES DU SYSTEME DIDACTIQUE.

Les caractéristiques inhérentes au modèle didactique théorique développé en font un système complexe, dont la flexibilité d'opérationnalisation exige la modularité, notamment en raison des implications suivantes:

a) les diverses méta-procédures doivent être applicables à l'apprentissage d'un NOMBRE INDEFINI de concepts;

b) le méta-algorithme offre un EVENTAIL de MODES DE TRAITEMENT des concepts, dont le choix ne peut être pré-défini, mais doit dépendre à la fois des RESULTATS DIAGNOSTICS ponctuels - pour l'apprentissage d'un concept particulier - et des STRATEGIES COGNITIVES spécifiques à chaque étudiant;

c) le système doit pouvoir tenir compte de l'INTEGRATION des apprentissages conceptuels à l'intérieur de HIERARCHIES D'APPRENTISSAGE comportant différents types d'apprentissages associés, co-requis, pré- ou post-requis aux apprentissages conceptuels;

d) le système doit pouvoir tenir compte, non seulement du rythme d'apprentissage de l'étudiant- ce qui ne pose aucun problème avec le micro-ordinateur -, mais encore des possibilités imprévisibles d'INTERRUPTION du processus d'apprentissage avant l'obtention de la maîtrise d'une unité de contenu d'apprentissage.

Ces considérations ont permis d'inférer la détermination des unités modulaires énoncées plus haut. Le contenu théorique et fonctionnel de chacune de ces unités est maintenant en cours de restructuration finale, sous forme d'inventaires de règles et de conditions logiques très précises.

Cette deuxième phase de structuration - au niveau "*microscopique*" pourrait-on dire - présente les critères d'utilité suivants:

a) permettre la transposition informatique du MODELE DIDACTIQUE THEORIQUE, de façon rigoureuse et complète;

b) éclairer la validité opérationnelle des multiples procédures impliquées à un niveau "micromodulaire";

c) détecter un certain nombre de problèmes ou de difficultés d'opérationnalisation du modèle, non encore résolus.

LES PROBLEMES FONCTIONNELS REMANENTS.

Les problèmes qui subsistent concernant la mise en opération du MODELE DIDACTIQUE THEORIQUE peuvent être de nature diverse. Ils se regroupent essentiellement autour de deux domaines spécifiques:

a) des problèmes à incidence principalement technologique - du fait des limitations de possibilités du matériel disponible - comme celui de l'interractivité de la communication verbale, sous forme ORALE, entre l'ordinateur et l'étudiant; ce problème de la communication orale est particulièrement important en considération des déficiences générales en lecture de la clientèle visée: il doit donc être étudié avec une attention toute particulière;

b) des problèmes à incidence principalement théorique et logique, concernant les MODES DE REPRESENTATION des concepts et de leurs instances - ceci étant lié au problème général de la représentation de la connaissance scientifique, notamment sous des formes visuelles, graphiques ou symboliques plus explicites que la représentation "verbale" courante; ce problème est également crucial pour la clientèe spécifique qui nous intéresse, à cause de ses difficultés importantes au niveau de l'abstraction.

Nous continuons à travailler avec des spécialistes de plusieurs domaines sur ces divers problèmes, afin d'y trouver des solutions aussi adéquates que possible, tenant compte des contraintes actuelles, mais aussi de possibilités de raffinements futurs.

* * * * *

CONCLUSIONS CONCERNANT LE MODELE DIDACTIQUE

Dans l'état actuel de l'avancement de nos travaux au sein du présent projet de recherche, un certain nombre de conclusions peuvent être dégagées (*49*):

a) le MODELE THEORIQUE développé répond de façon extrêmement adéquate aux implications didactiques de l'apprentissage conceptuel et permet une définition rigoureuse des hypothèses expérimentales;

b) le seul problème à incidence théorique subsistant n'est pas d'ordre didactique, mais lié aux procédures de REPRESENTATION SYMBOLIQUE de la connaissance scientifique: des solutions partielles sont néanmoins envisageables, en relation avec des spécialistes des domaines technologiques touchés par le projet;

c) la structuration du MODELE DIDACTIQUE TUTORIEL en est à sa phase finale de micro-structuration opérationnelle, en vue de sa programmation en I.A.;

d) le problème de la communication ORALE interractive, non encore accessible directement par l'ordinateur, a été étudié, en liaison avec une spécialiste en orthopédagogie, afin de développer des procédures et des protocoles d'intervention intégrée pour les enseignants associés au projet.

* * * * *

(49)- au 31 mai 1983

REFERENCES

AUSUBEL,D.P., 1969
READINGS IN SCHOOL LEARNING, N.Y., Holt,Rinehart & Winston Inc., 513p.

ENGELMANN,S., 1980
"Toward the Design of Faultness Instruction: The Theoretical Basis of Concept Analysis", in EDUCATIONAL TECHNOLOGY, Vol.20,No.2, pp.28-36

ESTES,W.K. & al., 1976
HANDBOOK OF LEARNING AND COGNITIVE PROCESSES, Vol.III - Approaches to Human Learning and Motivation, N.Y., John Wiley & Sons, 373p.

GAGNE,R.M., 1965
THE CONDITIONS OF LEARNING, (1ère Edition), N.Y., Holt,Rinehart & Winston Inc., 308p.

GAGNE,R.M., 1974
ESSENTIALS OF LEARNING FOR INSTRUCTION, N.Y., Holt, Rinehart & Winston,

GAGNE,R.M., GEPHART,W.J.(Ed.) & al., 1968
LEARNING RESEARCH AND SCHOOL SUBJECTS, 8th Annual Phi Delta Kappa Symposium on Educational Research, Itasca, Ill., F.E.Peacock Publ. Inc., 268p.

GLASER,R., 1968
"Concept Learning and Concept Teaching", in GAGNE, R.M. & GEPHART,W.J. (Eds), LEARNING RESEARCH AND SCHOOL SUBJECTS, Itasca, Ill., Peacock,

HUNT,E.B., 1962
CONCEPT LEARNING: An Information Processing Problem, N.Y., John Wiley & Sons Inc., 286p.

JOHNSON,D.M., 1972
A SYSTEMATIC INTRODUCTION TO THE PSYCHOLOGY OF THINKING, New York, Harper & Row.

KLAUSMEIER,H.J. & GOODWIN,W., 1975
LEARNING AND HUMAN ABILITIES: EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, N.Y., Harper & Row Pub.

KLAUSMEIER,H.J., GHATALA,E.S. & FRAYER,D.A., 1974
CONCEPTUAL LEARNING AND DEVELOPMENT: A Cognitive View, New York, Academic Press.

LAWSON,T.E., 1974
"Gagne's Learning Theory Applied To Technical Instruction: a hierarchical learning sequencing", in TRAINING AND DEVELOPMENT JOURNAL, Avril 1974, pp.32-40

LOWELL,W.E., 1977
"An Empirical Study of a Model of Abstract Learning", in SCIENCE EDUCATION, Vol. ,No. , pp.229-241

LOWER,S.K., 1980
"A New Authoring Language for Computer-Assisted Instruction", in JOURNAL OF COMPUTER BASED INSTRUCTION, No 6, pp.119-124.

MAGER,R.F., 1972
GOAL ANALYSIS, Belmont, Calif., Fearon.

MARKLE,S.M. & TIEMANN,P.W., 1974
"Some Principles of Instructional Design at Higher Cognitive Levels", in CONTROL OF HUMAN BEHAVIOR: Behavior Modification in Education, Vol.III, Scott, Foresman & Co, pp.312-323

MARKLE,S.M., 1973
"Some Thoughts on Task Analysis and Objectives in Educational Psychology", in EDUCATIONAL PSYCHOLOGIST, Vol.10,No.1, Hiver 1973, pp.24-29

MARKLE,S.M., 1977
"*Teaching Conceptual Networks*", in JOURNAL OF INSTRUCTIONAL DEVELOPMENT, Vol.I,No.1, Automne 1977, pp.13-17

MILKENT,M.M., 1977
"*It's Time We Started paying Attention to what Students Don't Know*", in SCIENCE EDUCATION, Vol.61, No.3, pp.409-413

SAHAKIAN,W.S., 1976
LEARNING: SYSTEMS, MODELS AND THEORIES, Chicago, Rand McNally College Publishing Company.

ST-YVES,A, 1982
PSYCHOLOGIE DE L'APPRENTISSAGE-ENSEIGNEMENT: Une Approche Individuelle ou de Groupe, Québec, Sillery, Presses de l'Université du Québec, 121p.

STEVENS,A.L., & COLLINS,A., 1977
"*The Goal Structure of a Socratic Tutor*", Bolt Beranek & Newman Inc, Rapport No 3518, 36p.

STRAUSS,S., 1972
"*Learning Theories of Gagné and Piaget: Implications for Curriculum Development*", in TEACHERS COLLEGE RECORD, Vol.74,No.1, pp.?

TENNYSON,R.D. & PARK,O.C., 1980
"*The Teaching of Concepts: A Review of Instructional Design Reseaerch Literature*", in REVIEW OF EDUCATIONAL RESEARCH, Vol.50,No.1, pp.55-70

TENNYSON,R.D., WOOLEY,F.R. & MERRILL,M.D., 1972
"*Exemplar and Non-exemplar Variables wich produce Correct Classification Behavior and specified Classification Errors*", in JOURNAL OF EDUCATIONAL PSYCHOLOGY, No.63, 1972, pp.144-152

THIAGARAJAN,S., 1971
INSTANTIAL AND CONTRASTIVE TEACHER MOVES AND STUDENT'S CONCEPTUAL BEHAVIOR, Thèse doctorale, Indiana University, 117p.

TIEMANN,P.W. & BECK,R.J., 1971
"Self-prescribed Fitness: Attitude change through Innovation in a Basic Program", in PROCEEDINGS OF THE NATIONAL COLLEGE PHYSICAL ASSOCIATION FOR MEN, Portland, 1970, Minneapolis, Ed. C.E.Mueller, 1971, pp.242-254

TIEMANN,P.W. & MARKLE,S.M., 1978
ANALYSING INSTRUCTIONAL CONTENT: A Guide to Instruction and Evaluation, Champaign,Ill., Stipes Pub.Co, 292p.

TIEMANN,P.W. & MARKLE,S.M., 1978
"Remodeling a Model: An Elaborated Hierarchy of Types of Learning", in EDUCATIONAL PSYCHOLOGIST, Vol.10,No.3, Automne 1973, pp.147-158

TIEMANN,P.W., KROEKER,L.P. & MARKLE,S.M., 1977
"Teaching Verbally Mediated Concepts in an Ongoing College Course", présenté à l'AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION CONVENTION, N.Y., 5 Avril 1977

WALTER,W., 1982
"Design Considerations for Instructional Computing Programs", in J.EDUCATIONAL TECHNOLOGY SYSTEMS, Vol.10,No.3, pp.261-269

WEST,L.H.T. & KELLETT,N.C., 1981
"The Meaningful Learning of Intellectual Skills: An Application of Ausubel's Subsumption Theory to the Domain of Intellectual Skills Learning", in SCIENCE EDUCATION, Vol.65,No.2, pp.207-219

WHITE,R.T. & MAYER,R.E., 1980
"*Understanding Intellectual Skills*", in INSTRUCTIONAL SCIENCE, Vol.9,No.2, pp.101-127

* * * * *

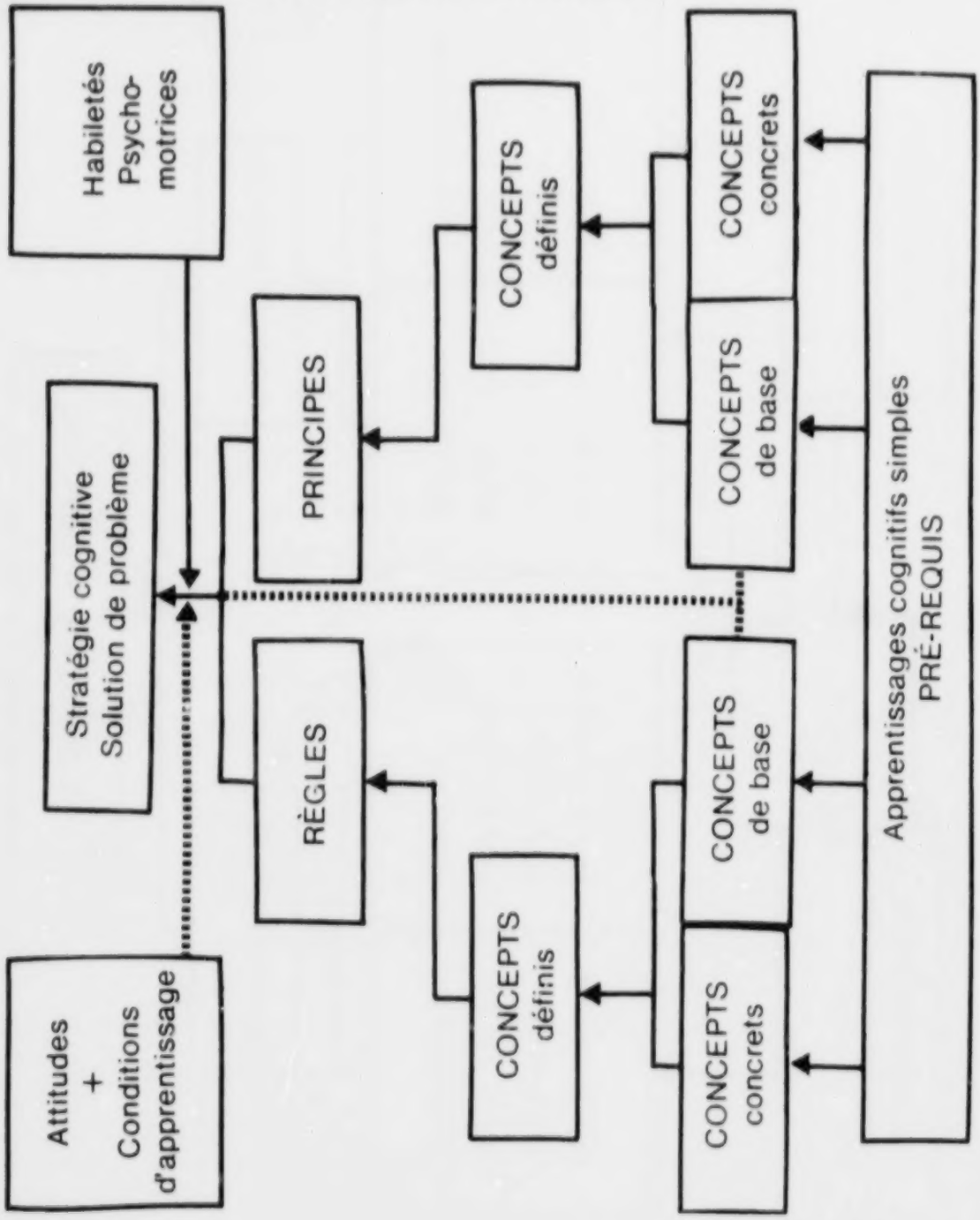
ANNEXES

TYPOLOGIE DE TIEMANN-MARKLE

(traduction & adaptation par Rousse,B.F.,1983)

ANNEXE A

HIERARCHIES COGNITIVES



ANNEXE B

APPRENTISSAGE CONCEPTUEL

(adaptation par ROUSSE, R.F, 1984)

ANNEXE C

SERIES RATIONNELLES

ELABORATION DE SERIES RATIONNELLES D'EXEMPLES ET NON-EXEMPLES POUR L'APPRENTISSAGE CONCEPTUEL ET SON CONTROLE.

ANALYSE SOUS FORME ABSTRAITE	PRESCRIPTIONS POUR DES SERIES RATIONNELLES.	
	Série d'apprentissage	*Série de contrôle*
ATTRIBUTS CRITIQUES:		
- Propriété A:	NE §1: (*A manque*)	Nouv. NE §1: (*A manque*)
- Propriété B:	NE §2: (*B manque*)	Nouv. NE §2: (*B manque*)
ATTRIBUTS VARIABLES:		
- Propriété X:		
a) dimension a:	EX §1: (*a Xa, Ya, Za*)	Nouv. EX §1: (*a Xa, Yb, Za*)
b) dimension b:	EX §2: (*a Xb, Yb, Zb*)	Nouv. EX §2: (*a Xb, Ya, Za*)
c) dimension c:	EX §3: (*a Xc, Ya, Zb*)	Nouv. EX §3: (*a Xc, Yb, Zb*)
- Propriété Y:		
a) dimension a:	EX §4:	Nouv. EX §4:
b) dimension b:	EX §5:	Nouv. EX §5:
- Propriété Z:		
a) dimension a:	EX §6:	Nouv. EX §6:
b) dimension b:	EX §7:	Nouv. EX §7:

ANNEXE D

PROCEDURE FORMELLE D'ANALYSE CONCEPTUELLE

Selon Tiemann & Markle, une procédure complète d'analyse de concept doit comporter les deux composantes suivantes:

A- ANALYSE CONCEPTUELLE

1- "ETIQUETTE" DU CONCEPT

(et, à l'occasion, une mention de sa "SUR-CLASSE");

2- UNE LISTE DES ATTRIBUTS CRITIQUES

(mutuellement exclusifs);

3- UNE LISTE DES ATTRIBUTS VARIABLES

(avec les dimensions "exhaustives" de chacun).

ANNEXE E/1

ELABORATION DE SERIES RATIONNELLES

B- SERIES RATIONNELLES

4- UNE SERIE RATIONNELLE MINIMALE D'EXEMPLES D'ENSEIGNEMENT

(avec une variation "suffisante" des dimensions de chaque attribut variable, à travers la série);

5- UNE SERIE RATIONNELLE MINIMALE DE NON-EXEMPLES PROCHES

("démontrant" l'absence de chaque attribut critique lors de l'enseignement);

6- UNE SERIE RATIONNELLE MINIMALE "NOUVELLE" D'EXEMPLES

(réservés à l'évaluation);

7- UNE SERIE RATIONNELLE MINIMALE "NOUVELLE" DE NON-EXEMPLES PROCHES

(réservés à l'évaluation);

8- UN EXPOSE JUSTIFICATIF POUR CHAQUE EXEMPLE ET NON-EXEMPLE

(indiquant les critères de son inclusion dans sa série rationnelle).

ANNEXE E/2

MODELE D'ANALYSE CONCEPTUELLE

(d'après Tiemman & Markle,77).

Concept en Biologie: **BACTERIE**

- Attributs Critiques:
  1. Unicellulaire
  2. Noyau indifférencié

- Attributs Variables:
  1. Forme:
     a) sphérique
     b) en bâtonnet
     c) spiralée
  2. Groupement:
     a) solitaire
     b) paire
     c) aggrégats en chaîne
     d) essaims en grappe
  3. Type:
     a) aérobie
     b) anaérobie

- Exemples d'enseignement:

1.	Streptococcus lactis	1a,2c,3b
2.	Treponema pallidum	1c,2a,3b
3.	Pneumococcus	1a,2b,3b
4.	Leuconostoe	1a,2c,3b
5.	Sarcina	1a,2d,3a

- Non-exemples d'enseignement:

1.	Paramécie	2 manque
2.	Nostoc *	1 manque

- Exemples d'évaluation:

1.	E.Coli	1b,2a,3b
2.	Micrococcus	1a,2a,3b
3.	Spirillum Volutans	1c,2a,3b
4.	Zymosarcina	1a,2d,3b
5.	Sporosarcina	1a,2d,3a

- Non-exemples d'évaluation:

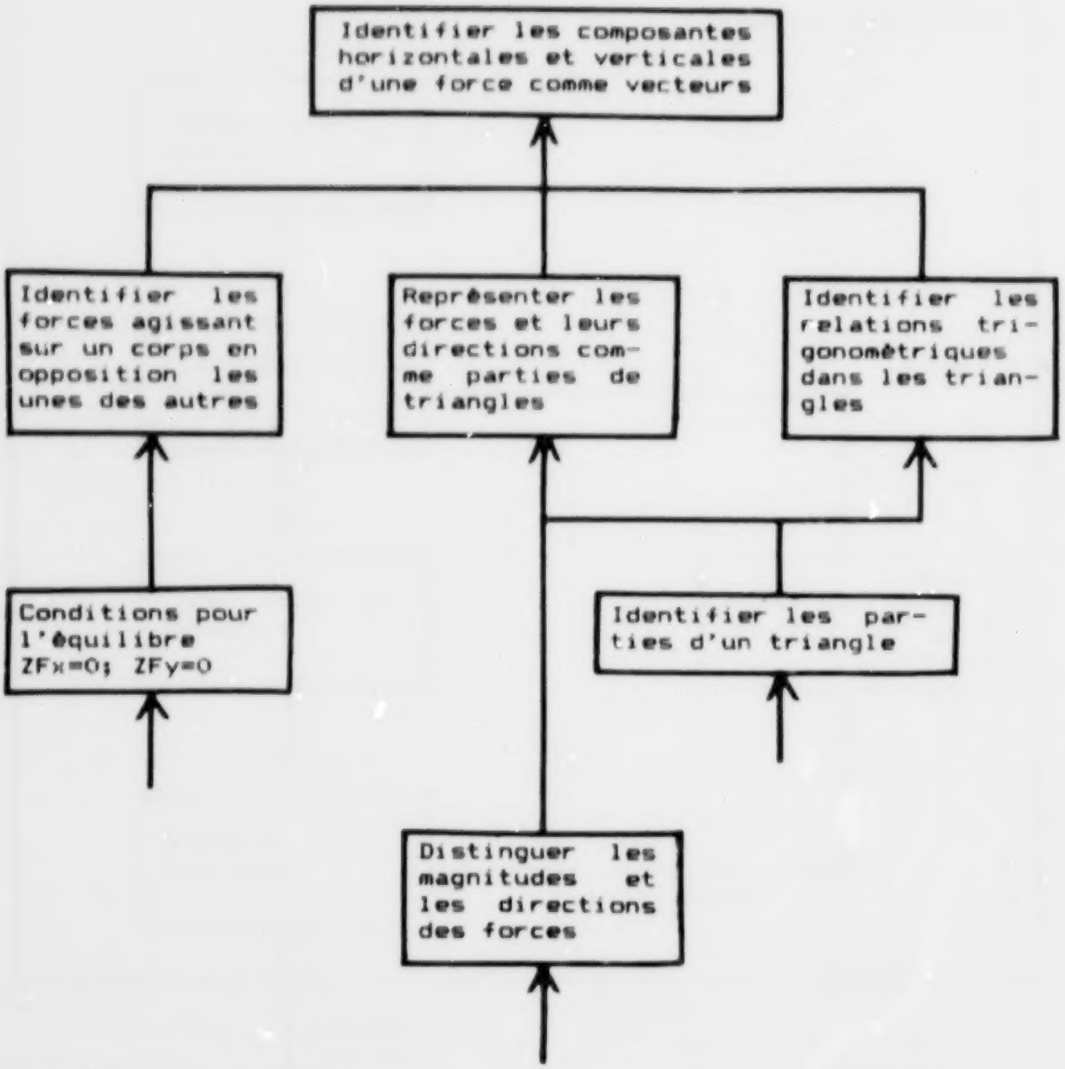
1.	Euglena	2 manque
2.	Arthrospira *	1 manque

* algues filamenteuses

ANNEXE E/3

EXEMPLE DE HIERARCHIE D'APPRENTISSAGE

(RESOLUTION VECTORIELLE DE FORCES)

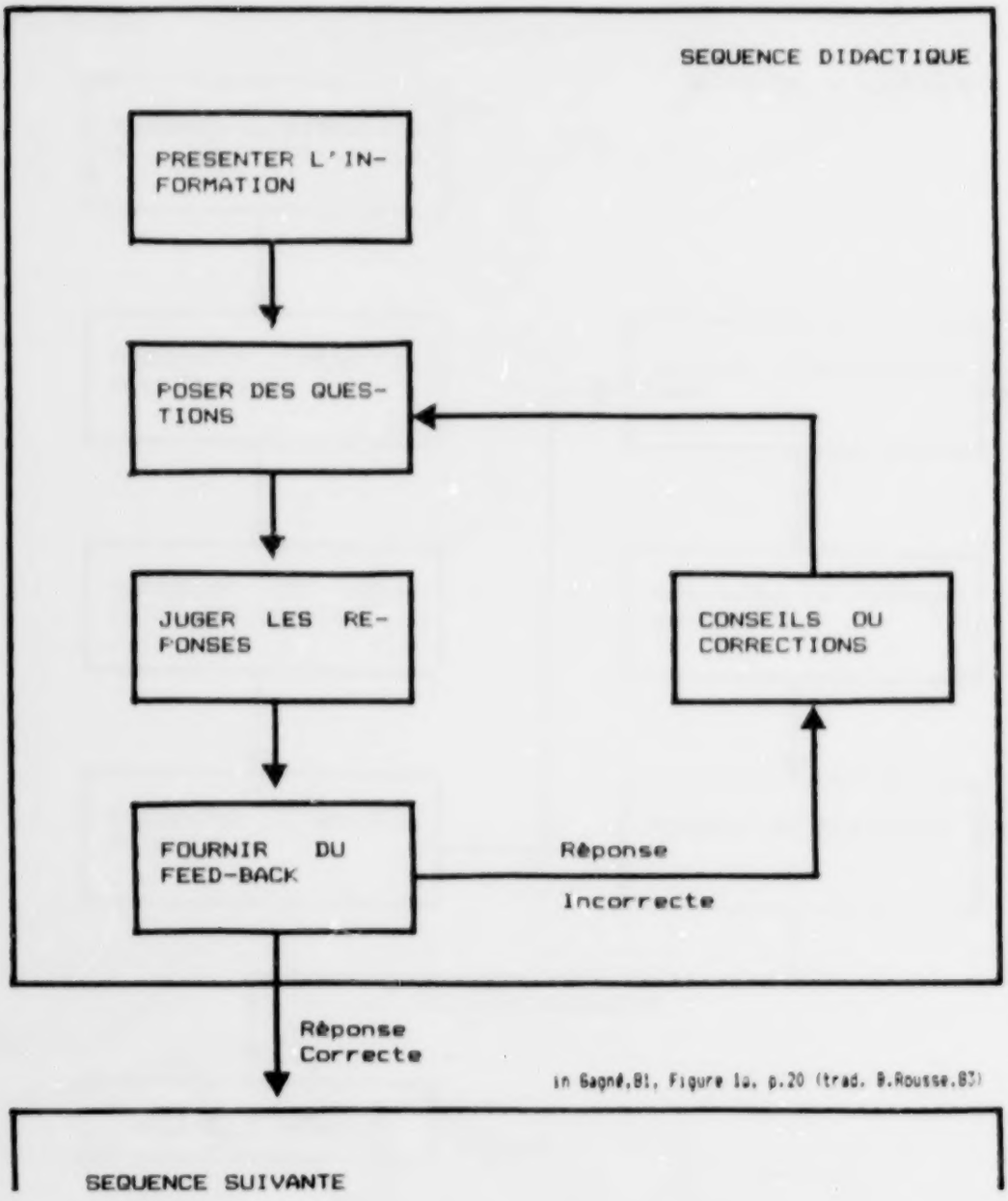

Identifier les composantes horizontales et verticales d'une force comme vecteurs
Identifier les forces agissant sur un corps en opposition les unes des autres
Représenter les forces et leurs directions comme parties de triangles
Identifier les relations trigonométriques dans les triangles
Conditions pour l'équilibre ZFx=0; ZFy=0
Identifier les parties d'un triangle
Distinguer les magnitudes et les directions des forces

in Gagné & Briggs,77, p.144; (trad. B.Rousse,83)

ANNEXE F

ALGORITHME TUTORIEL D'E.A.O. CLASSIQUE

(PROCEDURE TYPIQUE POUR LES PROGRAMMES TUTORIELS)

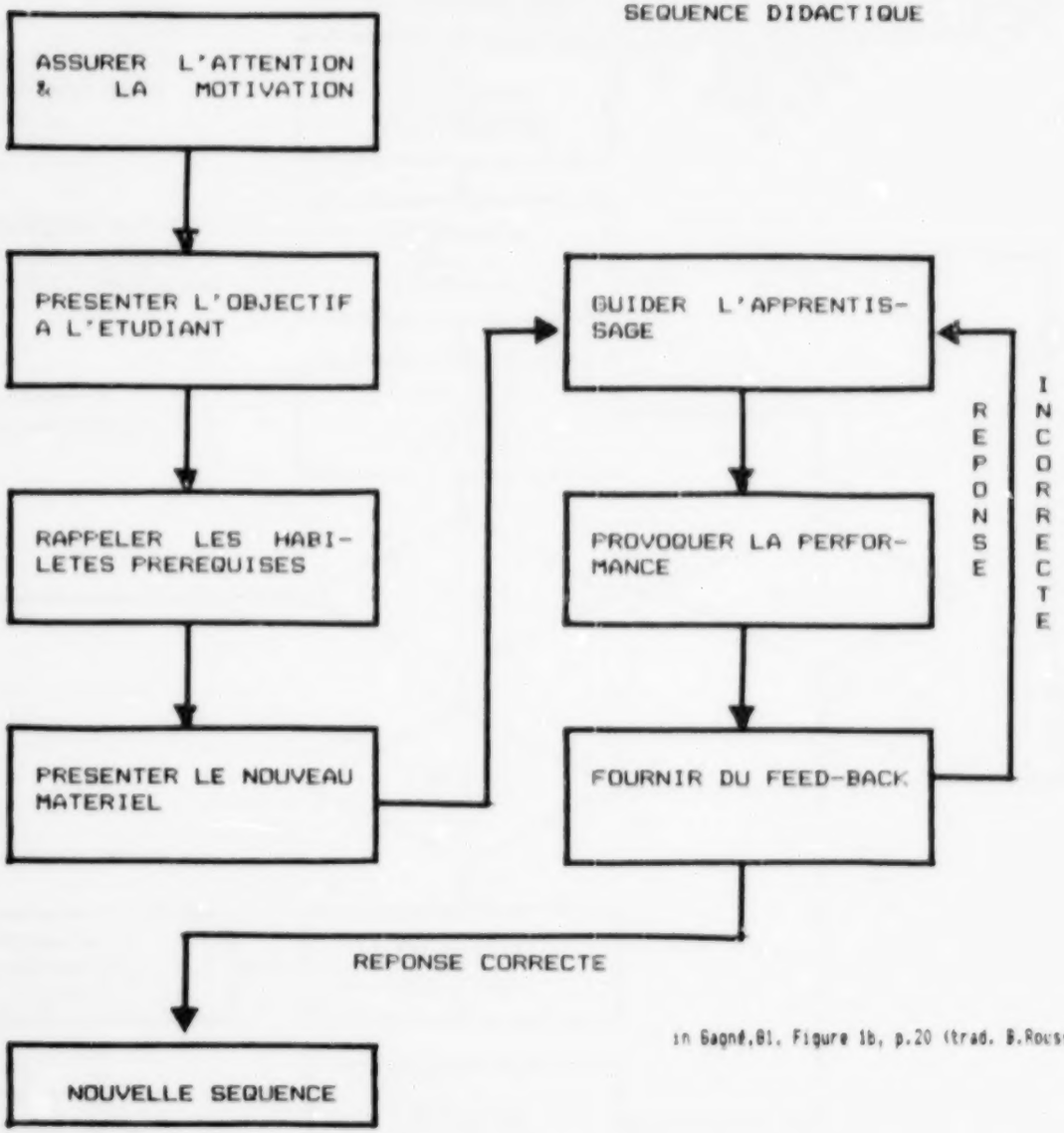


in Gagné,81, Figure 1a, p.20 (trad. B.Rousse,83)

ANNEXE G/1

ALGORITHME DIDACTIQUE DE GAGNE

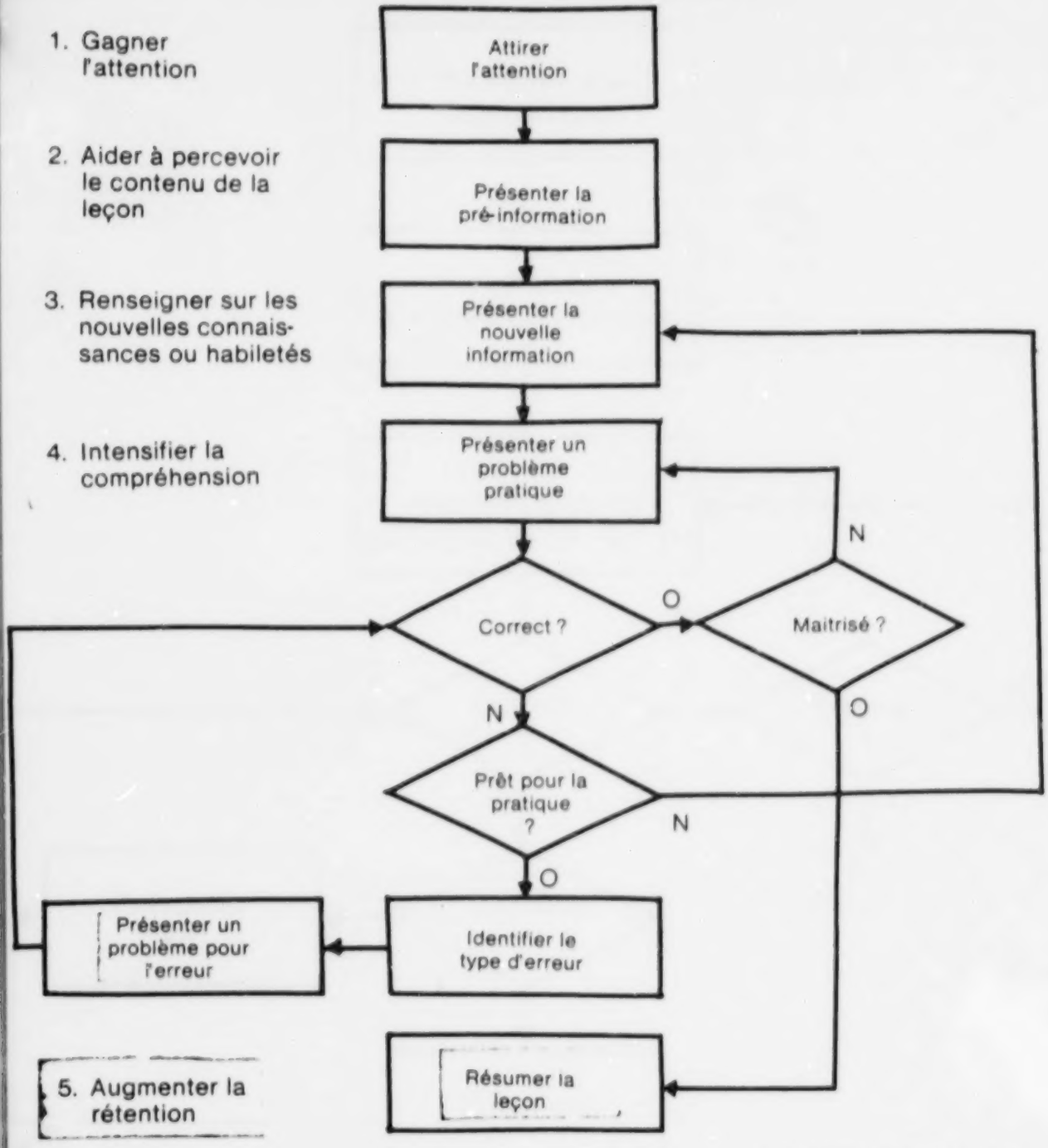
(PROCEDURE INCORPORANT DES EVENEMENTS DIDACTIQUES ADDITIONNELS)



in Gagné,81, Figure 1b, p.20 (trad. B.Rousse,83)

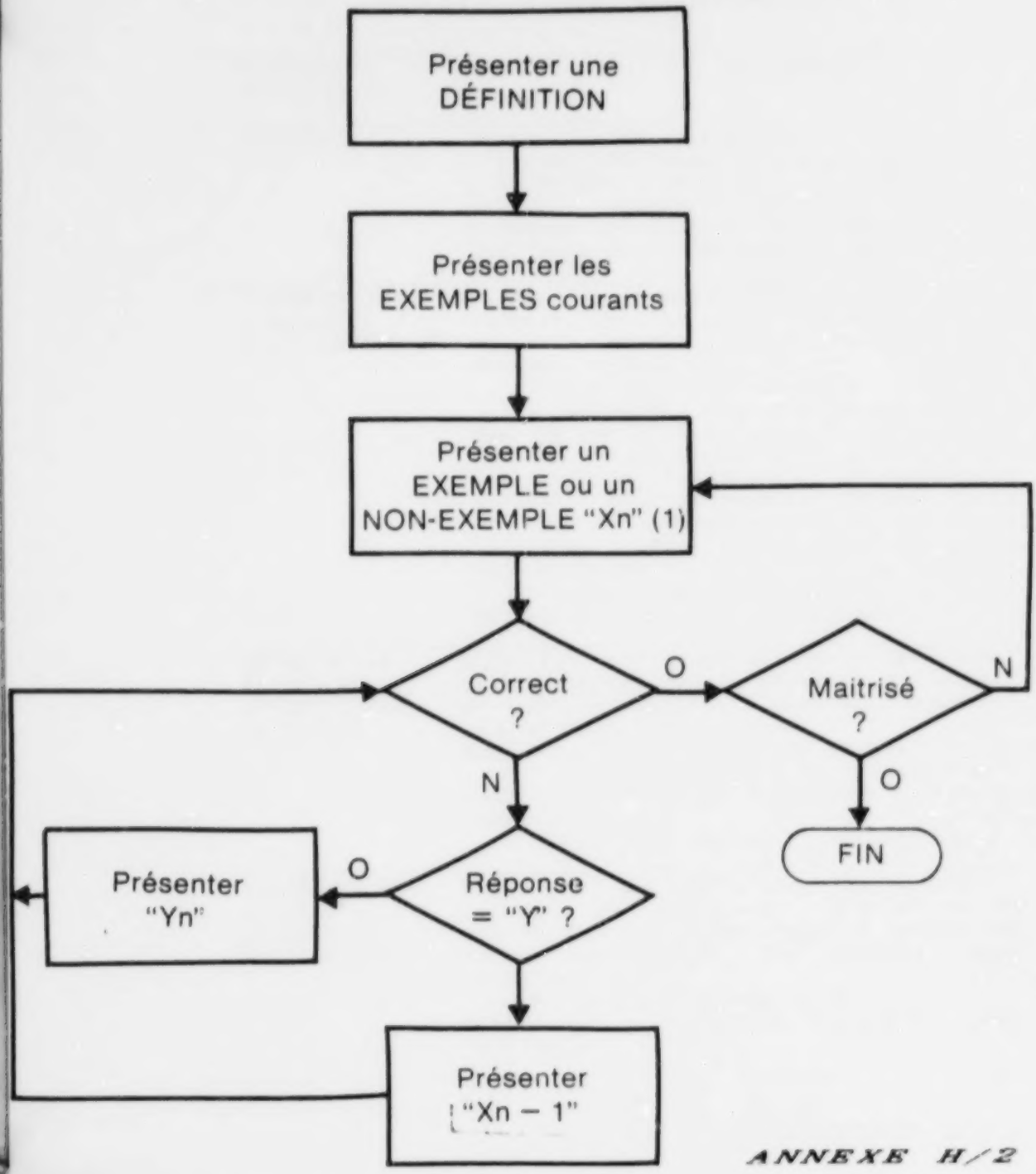
ANNEXE G/2

ALGORITHME GENERAL AVEC S.E.R.S.



ANNEXE H/1

ALGORITHME CONCEPTUEL DE TENNYSON



ANNEXE H/2

LIGNES DIRECTRICES DE DESIGN CONCEPTUEL

(POUR LA CATEGORIE "CONCEPT DEFINI")

Evènements didactiques	*Procédure*
1. ATTIRER	Présenter les opérations initiales sur l'écran, incluant certains affichages L'ATTENTION changeant de seconde en seconde. Appeler l'attention vers la présentation d'écran, avec des mots tels que "Regarde!", "Observe!", etc..
2. INFORMER DE L'OBJECTIF D'APPRENTISSAGE	Enoncer en termes simples ce que l'étudiant aura accompli une fois qu'il ou elle aura appris. Exemple: Deux phrases, telles que: Joé attrapait la balle. Le soleil luit brillament. Une de ces phrases contient un mot qui est un 'complément d'objet', l'autre pas. pouvez-vous désigner le complément d'objet? Dans la première phrase, 'balle' est le complément d'objet du verbe 'attraper'. Dans la seconde, aucun des mots n'en est un. Vous êtes sur le point d'apprendre comment identifier le complément d'objet dans une phrase.
3. STIMULER LE RAPPEL D' APPRENTISSAGE ANTERIEUR	Rappeler les concepts appris précédemment. Exemple: Chaque phrase a un 'sujet' et un 'attribut'. L'attribut commence généralement par un verbe. Quel est le sujet de cette phrase?: La partie commença à huit heures. Quel verbe commence l'attribut de cette phrase?: L'enfant fait verser la voiturette.
4. PRESENTER DES STIMULI A CARACTERES DISTINCTIFS	Présenter une définition du concept. Exemple: Un complément d'objet est un nom de l'attribut sur lequel l'action (du verbe) est dirigée. Par exemple, dans la phrase: La pluie battit le toît, 'toît' est le complément d'objet du verbe "battre".

ANNEXE I/1

LIGNES DIRECTRICES DE DESIGN CONCEPTUEL

(POUR LA CATEGORIE "CONCEPT DEFINI")

(Suite)

Evènements didactiques	*Procédure*
5. GUIDER L' APPRENTISSAGE	Prendre une phrase comme celle-ci: Pierre trayait la vache.: Le verbe est "traire". Qu'est-ce que Pierre traie? La réponse est 'la vache', et c'est le complément d'objet du verbe. Notez, toutefois, que certaines phrases n'ont pas de complément d'objet. La pluie tombait doucement. Dans cette phrase, l'action du verbe ("tomber") n'est pas supposée orientée vers quelque chose. Aussi, dans cette phrase, il n'y a pas de complément d'objet.
6. PROVOQUER LA PERFORMANCE	Présenter trois à cinq exemples de phrases, une par une. Demander d'écrire <O> si la phrase a un complément d'objet, puis d'inscrire le mot en question. Exemples: Sally ferma le livre. Le cerf-volant montait tranquillement.
7. PROCURER DE LA RETRO-INFORMATION SIGNIFIANTE	Donner l'information au sujet des réponses correctes et incorrectes. Exemple: 'Livre' est le complément d'objet du verbe "fermer" dans la premiére phrase. La seconde phrase n'en a pas.
8. FIXER LA PERFORMANCE	Présenter une nouvelle série d'exemples et de non-exemples du concept, suivant trois à cinq paires additionnelles de phrases. Poser des questions exigeant des réponses. Dire à l'apprenant si la maîtrise est acquise, et quoi faire ensuite sinon.
9. INTENSIFIER LA RETENTION & LE TRANSFERT D'APPRENTISSAGE	Présenter trois à cinq instances du concept, sous forme variée. Exemple: Utiliser des phrases telles que: Les expressions néo-classiques supplantent souvent les pures platitudes. Introduire des questions de révision à intervalles espacés.

in Gagné,81, Table 3, p.23 (trad. B.Rousse,83)

ANNEXE I/2

FIN